

**PROYECTO FIN DE GRADO**



# INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA  
INTRODUCCIÓN A PRÁCTICAS**

**ALUMNA | MARÍA MANUELA MARTÍNEZ LÓPEZ**

**DIRECTOR | D. PEDRO E. COLLADO ESPEJO**

**CURSO ACADÉMICO 2012 / 2013  
CONVOCATORIA SEPTIEMBRE**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**



## **PROYECTO FIN DE GRADO**

### **TÍTULO**

Instalaciones de suministro y evacuación de aguas. Propuesta metodológica para la introducción a prácticas.

### **AUTORA**

María Manuela Martínez López

### **DIRECTOR**

D. Pedro Enrique Collado Espejo

**ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**SEPTIEMBRE 2013**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.....	9
1.2. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....	10
1.3. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	12
2. CONTEXTUALIZACIÓN.....	17
2.1. ASPECTOS LEGISLATIVOS.....	17
2.2. UBICACIÓN DEL ALUMNADO.....	19
2.3. OBJETIVO DEL PROYECTO FIN DE GRADO.....	21
3. TIPOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS	23
3.1. INTRODUCCIÓN.....	23
3.2. INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUAS.....	23
3.2.1. Instalaciones de agua fría.....	23
3.2.1.1. Descripción de la instalación.....	23
3.2.1.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones...	34
3.2.2. Instalaciones de agua caliente (ACS).....	35
3.2.2.1. Descripción de la instalación.....	35
3.2.2.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones...	51
3.2.3. Elementos que componen las instalaciones de agua fría y ACS	52
3.2.3.1. Materiales.....	52
3.2.3.2. Componentes y accesorios.....	63
3.2.3.3. Uniones.....	84
3.2.3.4. Simbología.....	94
3.3. INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE AGUAS.....	96
3.3.1. Instalaciones de evacuación de aguas residuales.....	96
3.3.1.1. Descripción de la instalación.....	96
3.3.1.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones...	109
3.3.2. Instalaciones de evacuación de aguas pluviales.....	111
3.3.2.1. Descripción de la instalación.....	111
3.3.2.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones...	113
3.3.3. Elementos que componen las instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales.....	113



3.3.3.1. Materiales.....	113
3.3.3.2. Componentes y accesorios.....	118
3.3.3.3. Uniones.....	129
3.3.3.4. Simbología.....	133
4. ACTIVIDADES PRÁCTICAS.....	137
4.1. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 1 - ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS....	137
4.1.1. Objeto de la práctica.....	137
4.1.2. Panel de elementos.....	137
4.1.3. Identificación de elementos constructivos en las instalaciones..	138
4.1.4. Memoria de la práctica.....	138
4.2. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 2 - TRAZADO DE PLANOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS EN EDIFICACIONES.....	142
4.2.1. Objeto de la práctica.....	142
4.2.2. Plano nº 1: Aseo público.....	143
4.2.3. Plano nº 2: Baño en vivienda.....	144
4.2.4. Plano nº 3: Cocina en vivienda.....	146
4.2.5. Plano nº 4: Edificio en altura.....	148
4.2.6. Plano nº 5: Vivienda unifamiliar rural aislada.....	150
4.2.7. Plano nº 6: Planta de cubierta.....	155
4.3. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 3 - CROQUIZADO DE ALGUNOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS.....	157
4.3.1. Objeto de la práctica.....	157
4.3.2. Realización de la práctica.....	157
4.4. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4 – TEST ONLINE.....	159
4.4.1. Objeto de la práctica.....	159
4.4.2. Realización del test.....	159
4.5. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 5 – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	164
4.5.1. Objeto de la práctica.....	164
4.5.2. Realización de la práctica.....	164
4.5.3. Líneas de investigación.....	164





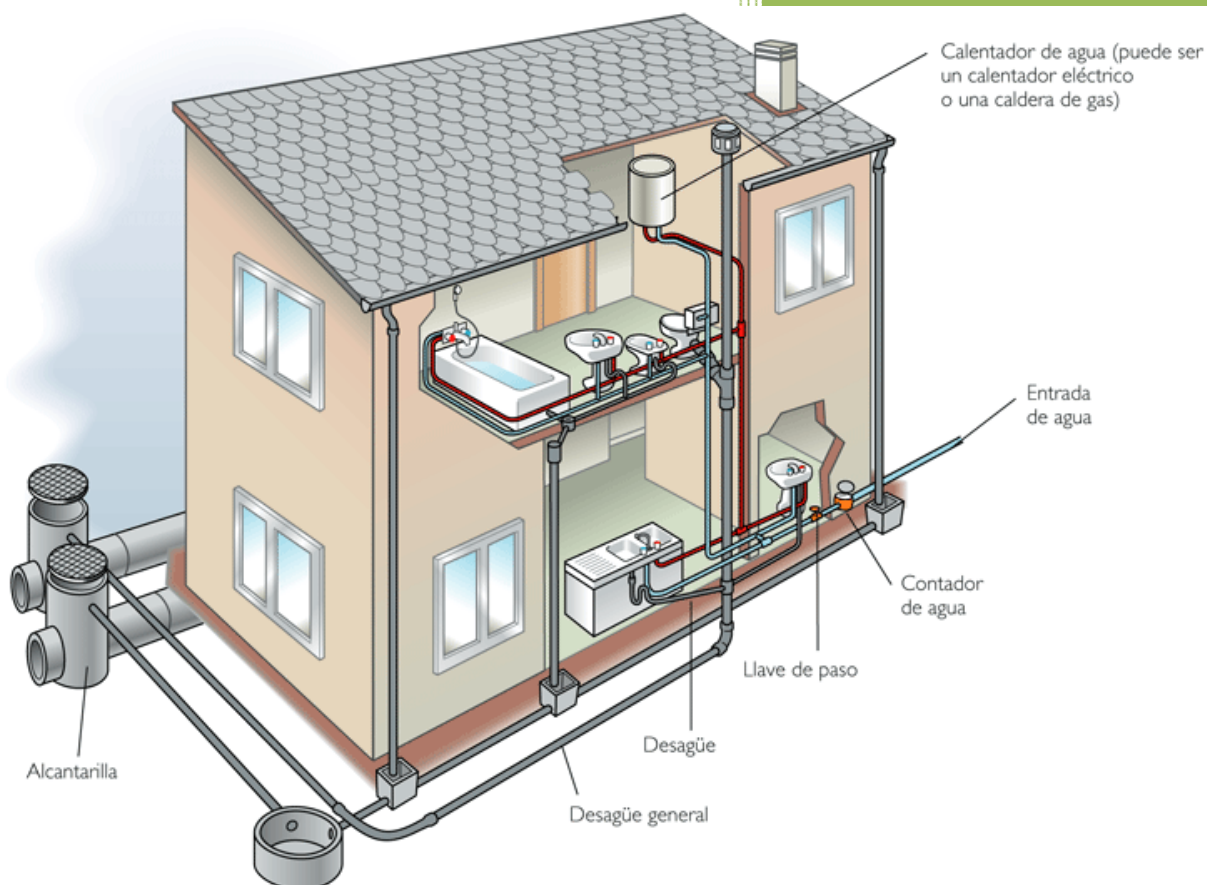
5. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS.....	167
5.1. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN.....	167
5.2. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	169
5.3. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.....	171
5.3.1. Criterios de calificación según las Actividades prácticas.....	172
5.4. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	176
5.4.1. Secuenciación de las actividades.....	176
5.4.2. Espacios didácticos-formativos.....	179
5.4.3. Organización del alumnado.....	180
5.4.4. Materiales y recursos didácticos.....	182
6. JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL CTE EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS.....	184
6.1. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 1.....	184
6.2. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 2.....	186
6.3. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 3.....	188
6.4. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4.....	190
6.5. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 5.....	190
7. OBJETIVOS, COMPETENCIAS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CONTENIDOS.....	195
7.1. OBJETIVOS.....	195
7.1.1. Objetivos Didácticos a alcanzar con las Actividades Prácticas...	195
7.1.2. Objetivos Generales de la asignatura.....	196
7.1.3. Objetivos de Aprendizaje de la asignatura.....	196
7.1.4. Relación de Objetivos.....	196
7.2. COMPETENCIAS.....	197
7.2.1. Competencias a adquirir con las Actividades Prácticas.....	197
7.2.2. Competencias específicas de la asignatura.....	198
7.2.3. Competencias transversales de la asignatura.....	198
7.2.4. Relación de las competencias.....	198
7.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN. RESULTADOS ESPERADOS DEL APRENDIZAJE.....	199



7.3.1. Criterios de Evaluación a superar con las Actividades Prácticas	199
7.3.2. Resultados esperados del aprendizaje de la asignatura.....	200
7.3.3. Relación de los criterios de evaluación y los resultados de aprendizaje.....	200
7.4. CONTENIDOS.....	201
7.4.1. Contenidos a desarrollar con las Actividades Prácticas.....	201
7.4.2. Contenidos según el Plan de estudios de la asignatura.....	201
7.4.3. Contenidos según el Programa de Teoría de la asignatura.....	202
7.4.4. Relación de los contenidos.....	203
8. BIBLIOGRAFÍA.....	205
8.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	205
8.2. REFERENCIAS LEGALES.....	208
8.3. WEBGRAFÍA.....	208
ANEXO I. DESCRIPCIÓN DEL PANEL DIDÁCTICO.....	210
I.1. DESCRIPCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL PANEL.....	210
I.2. FUNCIONAMIENTO.....	213
I.3. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	213
I.3.1. Consejos de montaje.....	216
ANEXO II. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y PRESUPUESTO DEL PANEL....	217
ANEXO III. REPORTAJE FOTOGRÁFICO DEL PANEL.....	233
ANEXO IV. PLANOS.....	244



# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN





## 1. INTRODUCCIÓN



Figura 1.1. Imagen de agua<sup>1</sup>

El agua es el elemento y el bien más importante en el planeta, es fuente de vida, y los seres vivos la necesitamos para la supervivencia. Por ello el origen de las ciudades está en torno al borde de ríos, lagos o junto a fuentes que garantizaran su suministro. Antes de las instalaciones de agua y saneamiento, tal y como las conocemos en la actualidad, las ciudades se fueron dotando de un sistema de suministro de agua mediante fuentes, a las que iba la gente a servirse.

Fue ya en el siglo pasado cuando todas las poblaciones construyeron sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas, hasta el interior de las viviendas, de forma que ya no era necesario ir a la fuente a por agua, o lavar en lavaderos públicos, ni verter aguas sucias a la calle.

La disponibilidad y calidad de agua potable, junto a un adecuado saneamiento, tienen un papel fundamental en la calidad de vida de las personas y en el desarrollo urbano. El suficiente y adecuado suministro de estos servicios básicos es una de las principales preocupaciones de todos los países del mundo, ya que la ausencia o insuficiencia afecta de forma importante la salud de su población, y por ende al desarrollo económico y social y nivel de bienestar general.

Por ello debemos ser conscientes y valorar algo tan cotidiano ya para nosotros, como es abrir un grifo, y que salga agua potable, o que tras el sumidero discurran las aguas residuales, pues tras estas acciones hay una serie compleja de instalaciones imprescindibles para facilitar y mejorar la calidad de vida de las personas.

La red de agua potable de una vivienda, implica dos tipos de instalaciones. Una es la instalación de abastecimiento de agua, dividida en agua fría y agua caliente sanitaria (ACS), y por último la de saneamiento, que incluye la evacuación de las aguas residuales y pluviales.

<sup>1</sup> Boletín Informativo Digital de la Autoridad Nacional del Agua



## 1.1. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

Se puede definir la instalación de fontanería para el abastecimiento y distribución de agua fría en viviendas, como el conjunto de conducciones e instalaciones diseñadas, construidas y autorizadas para abastecer de agua potable a la propiedad, que comprende el arranque domiciliario conectado a la red pública y la instalación interior de agua potable.



Figura 1.2. Esquema básico de instalación de suministro de agua fría<sup>2</sup>

La palabra “fontanería” deriva de la palabra “fuente”, la cual tiene su origen etimológico del latín “fontāna”.

Si echamos la vista atrás podemos encontrar las primeras instalaciones de agua en tiempos de la Antigua Roma, quienes ya construían acueductos de piedra para conducir el agua hasta las instalaciones de los palacios de sus emperadores y a sus famosos baños, así como cloacas para desalojarla una vez usada, e incluso se puede encontrar obras de ingeniería por parte de la civilización árabe. Pero después de estas civilizaciones se aprecia un claro retroceso durante la Edad Media, y no es hasta finales del siglo XVIII y principios del XIX donde observamos una tímida reanudación de las instalaciones higiénicas con la reaparición del trabajo de la fundición y del plomo. Pero, la fontanería moderna no hace su aparición hasta finales del siglo XIX donde alcanza la fontanería el rango de parte integral del edificio. Se usaban los tubos de hierro fundido para conducir el agua, los cuales se soldaban con plomo, que era fundido mediante un quemador y después vertido en

<sup>2</sup> AyC. Proyectos Sanitarios





las uniones. Este sistema se utilizó hasta finales de la década de los setenta. Actualmente, en la mayoría de los países occidentales el uso del sistema hierro fundido-plomo está prohibido, tanto para la conducción de agua potable como para la evacuación de aguas residuales. Los motivos son que con el desgaste interno de las tuberías a causa de la fricción, pequeñas partículas de plomo se mezclan con el agua, provocando plumbosis a los consumidores; por otra parte, su trabajo es lento, complejo y muy costoso en comparación con otros materiales más modernos como los que se utilizan en la actualidad: el cobre, polibutileno, el PVC, el polietileno de alta densidad (PE-X) y muchos otros.



Figura 1.3. Esquema de instalación de agua fría en vivienda<sup>3</sup>

## 1.2. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

A la hora de dotar a los aparatos sanitarios de viviendas, locales o edificios es necesario tener en cuenta en la mayoría de ellos, las instalaciones de agua caliente sanitaria, o también conocida como ACS. Estas instalaciones forman parte de la instalación de fontanería junto con la de instalación de agua fría, estando a su vez íntimamente ligadas a esta, ya que dependen de ella para su funcionamiento. En la actualidad el servicio de ACS, es una necesidad de primer orden en las instalaciones de viviendas, tanto como el propio servicio de agua fría.

<sup>3</sup> Catálogo AICOVA de Tratamiento de agua



Figura 1.4. Esquema instalación de agua caliente en vivienda<sup>4</sup>

La explicación para el funcionamiento y suministro del ACS en una vivienda es como sigue: en primer lugar la derivación particular de la vivienda llega hasta la caldera-calentador o a un depósito solar, que eleva el agua hasta los captadores solares. Aquí el agua se calienta y vuelve al depósito, hasta que la temperatura alcanza entre los 50° y 65°, tal y como indica el CTE (DB-HS 4), y se distribuye al resto de la vivienda siguiendo el mismo sistema de derivación particular, derivación de los aparatos, llaves individuales de paso y grifos.

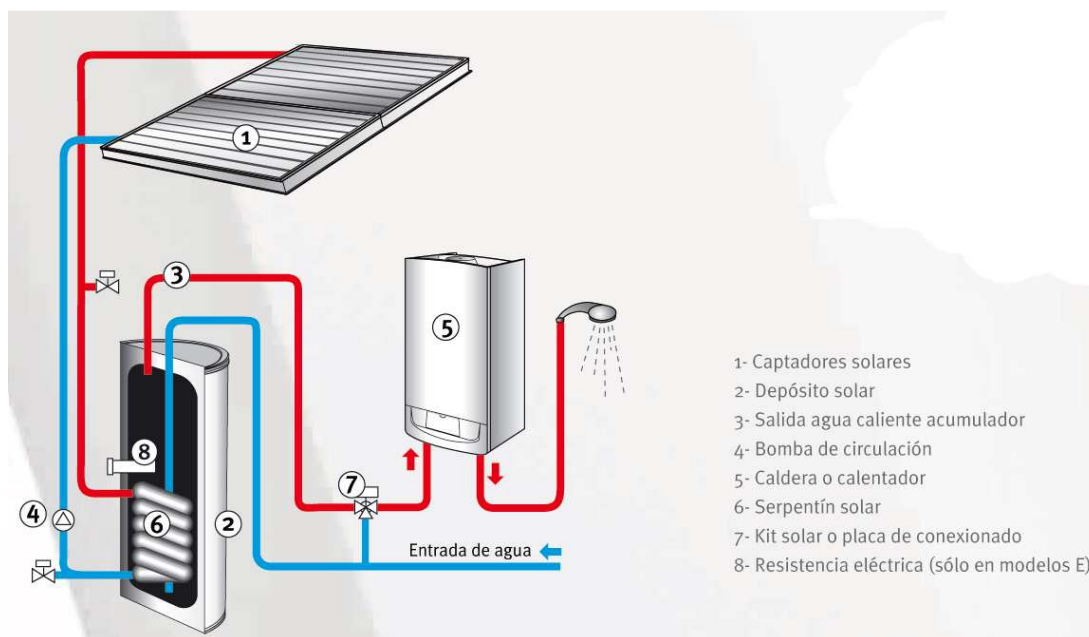


Figura 1.5. Esquema básico del funcionamiento de las instalaciones de ACS<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Grup GHS. Empresa constructora

<sup>5</sup> Catálogo VERANO. Instalaciones de mantenimiento



### 1.3. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

La red de evacuación de aguas residuales, nace como una necesidad complementaria a la red de agua fría, ya que después de introducir el agua en el edificio y cumplimentada su misión higienizadora en las distintas funciones del mismo, es preciso dar salida a estas aguas al exterior, lo cual implica la necesidad de una red interior de evacuación que a nivel local de aparato sanitario y progresivamente a nivel de conjunto de aparatos (vivienda) y grupos de viviendas (edificio) va aumentando, hasta constituir toda una instalación, que va recogiendo, los distintos vertidos y los unifica en un punto (pozo de acometida), para darles salida a otra red a nivel urbano, que es la red de alcantarillado, que de igual forma que la red interior, agrupa los desagües de cada edificio, ésta agrupa los desagües de todos los edificios de un núcleo urbano y los canaliza hasta una última instalación de depuración y vertido que finaliza en una corriente superficial (río), o bien directamente, o a través de esta corriente al mar.



Figura 1.6. Esquema básico de la instalación de saneamiento<sup>6</sup>

En su origen etimológico podemos relacionarla con su sinónimo “red de alcantarillado”, derivado de la palabra “alcantarilla”, diminutivo de la palabra hispano-árabe *al-qānṭara* (قنطرة), “el puentecito”.

Si nos remontamos al nacimiento de la red de saneamiento el más antiguo alcantarillado de que se tiene referencia es el que fue construido en Nippur (India), alrededor del 3750 a.c. Posteriormente en los centros poblados de Asia Menor y de Oriente Próximo utilizaron tuberías cerámicas, (Creta, 1700 a.c.). En Atenas y

<sup>6</sup> AyC. Proyectos Sanitarios





Corinto, en la Grecia antigua, se construyeron verdaderos sistemas de alcantarillado. Se utilizaron canales rectangulares, cubiertos con lozas planas, que eventualmente formaban parte del pavimento de las calles, a estos canales aflúan otros drenes secundarios, formando verdaderas redes de alcantarillado.

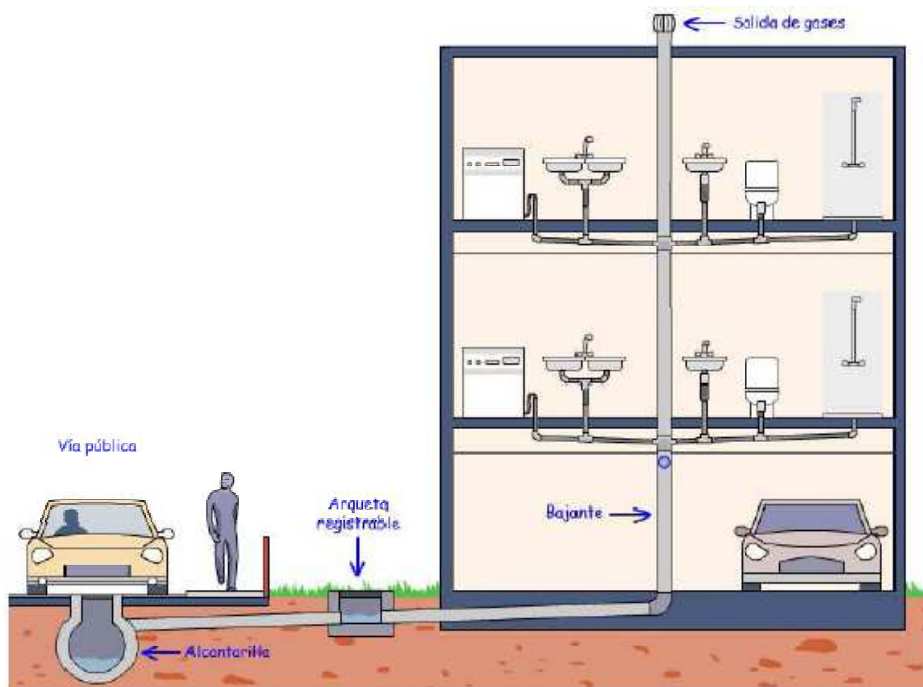


Figura 1.7. Esquema de instalación de evacuación de aguas sucias en viviendas<sup>7</sup>

De los relatos de la época sabemos que las conexiones de las viviendas a las alcantarillas eran muy pocas, al no ser muy generalizado el conocimiento de los principios de la salud pública, adicionalmente se consideraba una violación del derecho privado a la obligación de conectar la propia vivienda a las alcantarillas existentes. Existen muchos relatos y descripciones de las alcantarillas de la antigüedad, quizás las más conocidas sean las de la antigua Roma, de París y de Londres, estas dos últimas mucho más recientes, pero igualmente famosas. A pesar de que estas ciudades disponían, desde varios siglos antes, de conductos de evacuación de aguas, éstos se habían concebido, exclusivamente, para drenaje de aguas pluviales, hasta el punto de que en la Inglaterra de principios del siglo XIX estaba prohibido verter aguas residuales a esos conductos. El primer paso para la solución del problema fue la construcción de desagües de los edificios –los cuales, hasta entonces, solamente disponían, a lo sumo, de pozos negros– y su conexión a los conductos de drenaje, dando origen a los primeros alcantarillados de tipo unitario, sistema que, posteriormente, fue adoptado por la mayor parte de las ciudades. Fue ya en 1842 cuando Sir Edwin Chadwick elaboró un informe sobre las

<sup>7</sup> Web educativa: <http://www.tecno12-18.com/>



condiciones sanitarias en Gran Bretaña en el que se establecía la necesidad de recoger las aguas residuales en un sistema específico de alcantarillado, proponiendo la utilización de conductos de gres y la separación de las aguas residuales de las pluviales, advocating por los sistemas separativos con su célebre sentencia: “El agua pluvial al río y la residual al campo.” A partir de 1847, se estableció la obligatoriedad de conectar los edificios a las redes de alcantarillado.

En definitiva, es a partir de esta iniciativa británica, cuando se establecen las bases modernas del saneamiento, específicamente en lo referente al primer aspecto del mismo: la recogida y transporte de las aguas residuales.

Visto todo esto, el funcionamiento y elementos que componen una instalación de evacuación de aguas puede establecerse del siguiente modo:

En primer lugar podemos distinguir entre red de aguas sucias y red de pluviales. La primera destinada a la evacuación de aguas fecales y usadas, y la segunda a la recogida y evacuación del agua de lluvia.



Figura 1.8. Esquema de instalación de evacuación de aguas pluviales en viviendas<sup>8</sup>

Como se resumen, a continuación se adjunta un esquema básico de las instalaciones de suministro y evacuación en aguas en edificaciones, donde se puede observar cada una de las mismas, así como algunos de los componentes más importantes en ellas:

<sup>8</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.

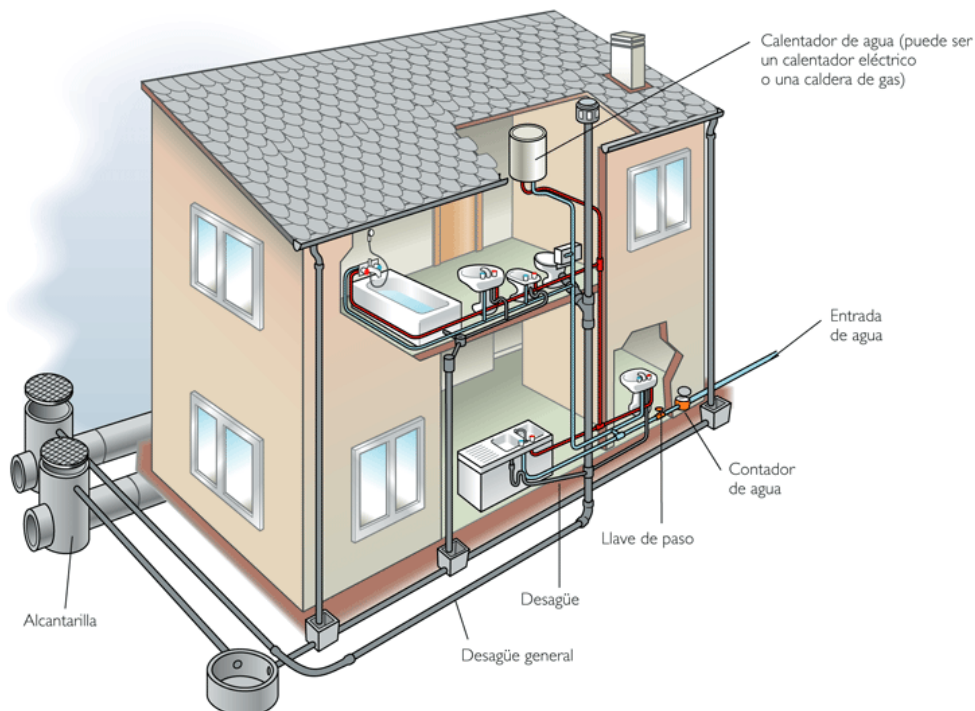
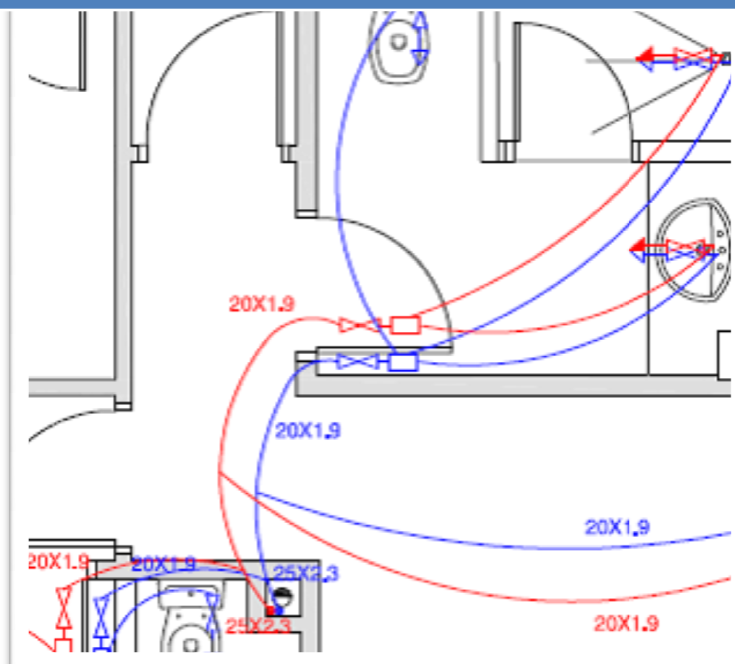


Figura 1.9. Esquema básico general de instalación de suministro y evacuación de aguas en vivienda<sup>9</sup>

<sup>9</sup> G3 Construcciones



## CAPÍTULO 2 CONTEXTUALIZACIÓN





## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Este Proyecto Fin de Grado se desarrolla dentro del contexto de una serie de aspectos normativos los cuales son fundamentales para justificar el motivo de la elección y realización de mismo:

### 2.1. ASPECTOS LEGISLATIVOS

En primer lugar, se establece la Normativa Educativa a la que hace referencia este Proyecto Fin de Grado, en la cual se ha basado, para el desarrollo y cumplimiento del objeto del mismo, siendo:



- **Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (LOU)**; BOE, núm. 307 de 24 de diciembre de 2001, modificada por la **Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, de Universidades** (BOE, núm. 89 de 13 de abril de 2007). La cual tiene por objeto la mejora del sistema universitario, garantizando la autonomía de las Universidades y, con ésta, la libertad de cátedra, de estudio y de investigación; así como la autonomía de gestión y administración de sus propios recursos.



- **ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre**, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de **Arquitecto Técnico**.

COAMU



COLEGIO OFICIAL DE  
**ARQUITECTOS**  
REGIÓN DE MURCIA



- **ORDEN ECI/3856/2007, de 27 de diciembre**, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de **Arquitecto**.

Además, este PFG se fundamenta y desarrolla atendiendo a la siguiente Normativa Técnica vigente, por la cual se rigen las instalaciones de suministro de agua:



## Documento Básico HS

### Salubridad

HS 1 Protección frente a la humedad  
HS 2 Recogida y evacuación de residuos  
HS 3 Calidad del aire interior  
**HS 4 Suministro de agua**  
HS 5 Evacuación de aguas

- **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, dentro de este el **Documento Básico HS – Salubridad, apartado 4: Suministro de agua**. Tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad.



- **Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)**, estas normas no son de obligado cumplimiento pero nos sirven para conocer las diferentes disposiciones constructivas que se pueden realizar de la instalación siempre y cuando se ajusten a la reglamentación o normativa obligatoria y no la contradigan.





- En el caso del Agua Caliente Sanitaria, el texto básico a utilizar además del CTE, será el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**.

Y por consiguiente, la normativa que hace referencia explícita a las instalaciones de evacuación, y en la que, lógicamente también se ha basado este Proyecto Fin de Grado es:



## Documento Básico HS

### Salubridad

HS 1 Protección frente a la humedad  
HS 2 Recogida y evacuación de residuos  
HS 3 Calidad del aire interior  
HS 4 Suministro de agua  
**HS 5 Evacuación de aguas**

- El **Código Técnico de la Edificación (CTE)** en su apartado de salubridad (HS); tiene una sección específica a dicha instalación, **Documento Básico HS 5**, donde se especifican el ámbito de aplicación de dicha normativa, caracterización y cuantificación del nivel exigencia que se le exige a la instalación, el diseño y las partes de las que consta la instalación, dimensionado y el modo de llegar a cabo la implantación de dicha construcción.



- **Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)**, es una documentación de gran valor por su sencillez y por la claridad en que se recogen los conceptos fundamentales de todo tipo de instalaciones, no solo de las instalaciones de evacuación y saneamiento. Y aunque esta normativa, como ya se ha indicado en anteriormente, no es de obligado cumplimiento suele ser de bastante utilidad en muchas ocasiones.

## 2.2. UBICACIÓN DEL ALUMNADO

Atendiendo a la Ley Orgánica de Universidades (BOE núm. 307 de 24 de diciembre de 2001), y su modificación LOE 4/2007 (BOE, núm. 89 de 13 de abril de 2007), se considera la libertad de cátedra que se expone en la Exposición de Motivos de la misma; donde este Proyecto Fin de Grado, y en concreto el material





didáctico que se desarrolla con él, es decir, cinco Actividades Prácticas propuestas, que se pueden observar en el Capítulo 4 “Actividades Prácticas” de este mismo PFG, está destinado a los(as) alumnos(as) de la Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena, para la asignatura de Instalaciones I.

Tal como se puede observar en la Guía Académica, dicha asignatura “tiene como objetivo general que el alumno adquiera los conocimientos fundamentales de las instalaciones presentes en la edificación mediante el aprendizaje de los conceptos básicos, la terminología y la metodología necesarias para que el alumno sea capaz de entender, plantear y resolver la instalación”, además “aportará los conocimientos necesarios para conocer y solucionar la ejecución de dichas instalaciones”. De la misma manera, se aportarán los conocimientos “necesarios para el estudio del comportamiento de las instalaciones en edificación, así como la aplicación de estos al diseño y el cálculo” (Guía docente de la asignatura, Curso 2012-2013).

Por lo tanto, tal como se ha mencionado, con el material didáctico propuesto se pretende introducir a los(as) alumnos(as) que realizan la asignatura de Instalaciones I, en la Universidad Politécnica de Cartagena, a las prácticas de esta asignatura. Para ello los(as) alumnos(as) van a poder, de una manera práctica, sencilla y funcional, comprender las instalaciones de fontanería, evacuación y saneamiento, y muy brevemente, energía solar en edificación, empleando los recursos didácticos aportados, y la normativa adecuada, vista en el apartado anterior, a través de las actividades propuestas, las cuales se pueden ver en el Capítulo 4 “Actividades Prácticas”.



Aunque dicho material didáctico está enfocado a los alumnos del Grado Ingeniería de Edificación, al tratarse de un PFG de esta misma titulación, esta misma asignatura también es impartida en el Grado de Arquitectura, por lo cual, el material didáctico que se propone también podrá emplearse para las prácticas de ésta última.

Por consiguiente, la ubicación de la asignatura en el Plan de Estudios de la titulación de Grado de Ingeniería de Edificación, quedaría establecida en el 2º curso, con carácter cuatrimestral, impartándose en el segundo cuatrimestre. De la misma manera, la ubicación para la titulación de Grado de Arquitectura, quedaría establecida en el 3º curso, con carácter anual.





### 2.3. OBJETIVO DEL PROYECTO FIN DE GRADO

Desde el punto de vista del alumnado, con este material didáctico se pretende, introducir al mismo, tal y como se ha mencionado anteriormente, las prácticas pertenecientes a la asignatura de Instalaciones I, que se imparte en el Grado de Ingeniería de Edificación de esta Universidad, facilitando que los(as) alumnos(as) conozcan la correcta disposición, ubicación, desarrollo y funcionamiento de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, en la gran mayoría de situaciones posibles que se puedan encontrar en una edificación, ya que no suelen encontrarse vistas, sino en el interior de la tabiquería o demás elementos constructivos, y es complicado imaginárselas, sobre todo si no se ha tenido la oportunidad con anterioridad de ver la construcción real de éstas.

En el material didáctico que se ofrece en este Proyecto Fin de Grado, como Actividades Prácticas, no se ha considerado cálculo de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, ya que estas prácticas están enfocadas a adquirir las competencias propias a desarrollar en obra de un Ingeniero de Edificación, como es el reconocimiento de los materiales con los que se realizan estas instalaciones, así como diferentes tipos de accesorios y componentes, tipos de uniones y su correcta realización; además de la correcta ubicación y orden los componentes de dichas instalaciones; lectura, interpretación y trazado de sus correspondientes planos de simbología.

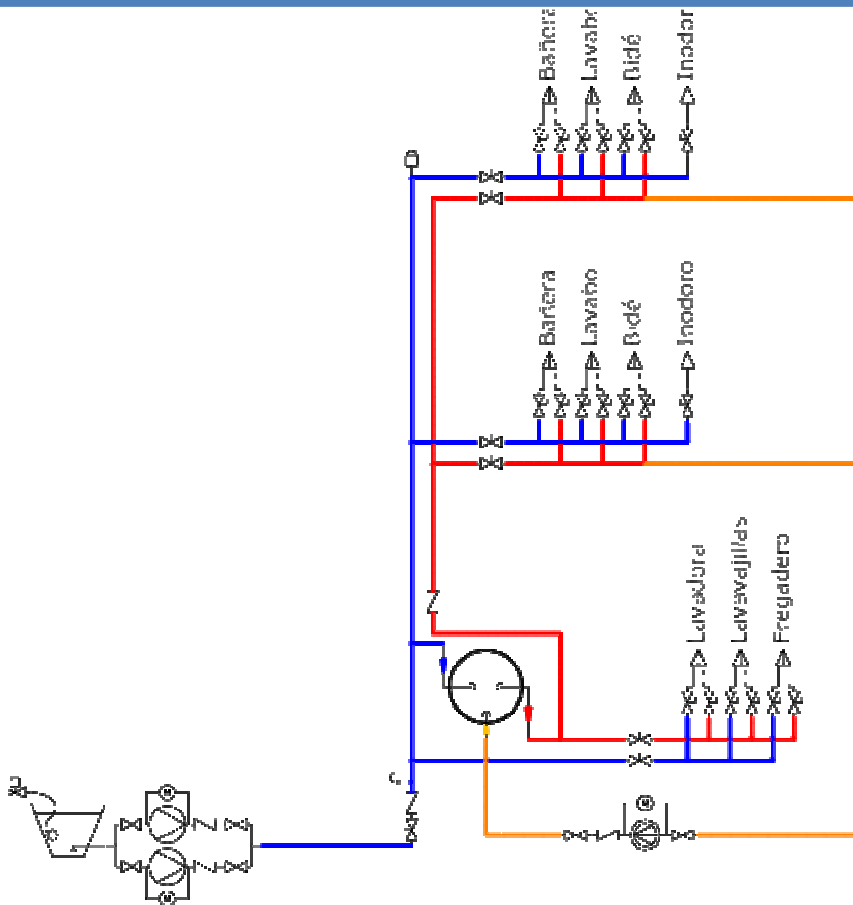


Por lo cual, se espera, que tras el uso y realización de este material didáctico que se desarrolla en este PFG, los(as) alumnos(as), comprendan y no solo se imaginen, sino que además sepan cómo es una instalación de fontanería y saneamiento.



# CAPÍTULO 3

## TIPOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS





### 3. TIPOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

Durante este apartado se pretende clasificar y explicar los diferentes tipos de instalaciones de suministro y evacuación de aguas, así como sus características principales.

Por lo tanto, la clasificación que podemos hacer de éstas, atendiendo al CTE (DB-HS 4 y DB-HS 5), es la que sigue a continuación:



#### 3.2. INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUAS

##### 3.2.1. Instalaciones abastecimiento de agua fría

###### 3.2.1.1. Descripción de la instalación



A continuación se procede a explicar el suministro de agua fría en edificación, atendiendo, como ya se ha mencionado, al DB-HS 4 (CTE), la cual estará compuesta por:

- **Acometida:** se denomina así, al punto de conexión de la red pública de suministro de agua potable, con la red de distribución del inmueble para su abastecimiento. Debe disponer de los siguientes elementos:
  - 1) **Llave de toma:** está situada en la vía pública, junto al edificio. Será solamente manipulada por persona autorizada y abre el paso a la acometida. Permite hacer tomas en la red y maniobras en las acometidas, sin que la tubería deje de estar en servicio.



Figura 3.1. Fotografía de llave de toma en vía pública

- 2) **Tubo de acometida:** enlaza la llave de toma con la llave de corte general en el interior del edificio. Atravesará la fachada del edificio, permitiendo una holgura adecuada para su paso, e impermeabilizando posteriormente. Este tubo suele tener unos diámetros de: 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200 y 250 mm.
- 3) **Llave de corte en el exterior de la propiedad:** situada en el exterior de la fachada del edificio en una hornacina. Solamente podrá ser manipulada por personal autorizado.



Figura 3.2. Fotografía de hornacina de ubicación de la llave de corte<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FERRANDO PÉREZ, R. JIMÉNEZ MARTORELL, P. (2005) “Ciclo Formativo Montaje y Mantenimiento de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor. Grado Medio. Módulo



Figura 3.3. Esquema general de acometida domiciliaria tipo con contador general<sup>2</sup>



Figura 3.4. Esquema general de acometida domiciliaria tipo con contador divisionario<sup>3</sup>

En el caso de que la edificación se encuentre en una zona rural sin abastecimiento público, se deben instalar además los siguientes elementos: válvula de pie, bomba para el trasiego del agua y válvulas de registro y general de corte.

8. *Instalaciones de Agua y Gas. Tomo 1*°. Valencia: Consejería de Cultura, Educación y Deporte. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Valencia, p. 62.

<sup>2</sup> SORIANO Rull, A. (2008) *“Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales”*. Barcelona: Editorial UOC, p. 68.

<sup>3</sup> Idem, p. 69.



- **Red de distribución interior.** Estará compuesta por los siguientes elementos:
  - 1) **Llave de corte general:** su misión es el corte del suministro particular, accionable por el propio abonado, se encuentra en el interior de la vivienda en un lugar accesible para su manipulación, normalmente en el interior de la arqueta u hornacina del contador.



Figura 3.5. Fotografía de llave de corte general<sup>4</sup>

- 2) **Filtro de la instalación general.** Su misión es la de retener los residuos que puedan dañar las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general y en el interior de la arqueta, de manera que permita el mantenimiento de la misma sin corte total de del suministro; además será de tipo Y.



Figura 3.6. Esquema de filtro<sup>5</sup>

- 3) **Armario o arqueta del contador general.** Se construirá solamente para contador único, y en un plano paralelo al suelo. En él se ubicarán, y dispuestos en el siguiente orden: 1) llave de corte general, 2) filtro de la instalación general, 3) contador, 4) llave, grifo o racor de prueba, 5) válvula de retención y 6) llave de salida.

<sup>4</sup> SORIANO Rull, A. (2008) "*Instalaciones de fontanería...*", p. 75.

<sup>5</sup> FERRANDO PÉREZ, R. JIMÉNEZ MARTORELL, P. (2005) "*Ciclo Formativo Montaje...*", p. 60.



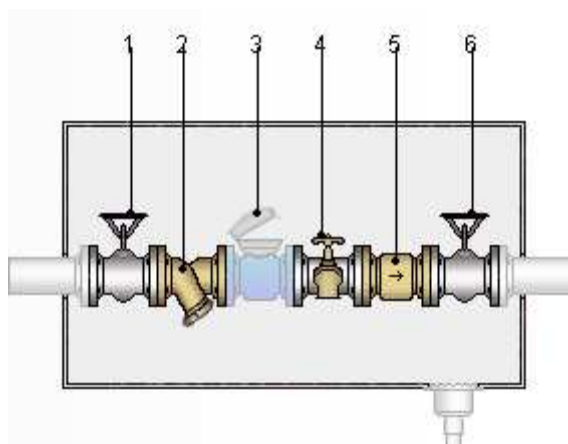


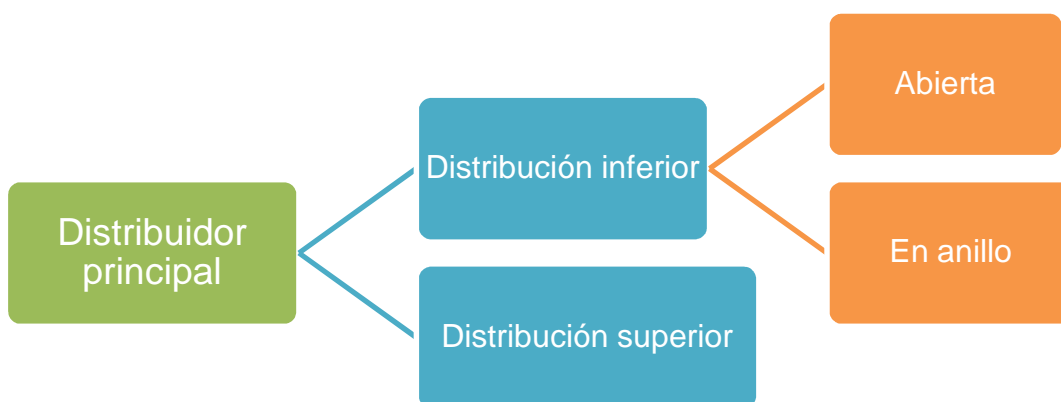
Figura 3.6. Esquema de armario o arqueta del contador general<sup>6</sup>

Deberá tener las siguientes dimensiones según CTE:

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	15	20	Armario 25	32	40	50	65	Cámara 80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Figura 3.7. Dimensiones para el armario y arqueta del contador general<sup>7</sup>

- 4) **Tubo de alimentación.** Se colocará en las zonas comunes del edificio, y si se encuentra empotrada, se le practicarán registros para su mantenimiento e inspección.
- 5) **Distribuidor principal.** Tubería que enlaza el tubo de alimentación con los montantes o derivaciones. Se colocará en las zonas comunes del edificio, y si se encuentra empotrada, se le practicarán registros para su mantenimiento e inspección. Éstas se puede realizar de varias formas:



<sup>6</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>7</sup> Código Técnico de la Edificación. DB-HS 4. Tabla 4.1., p. HS4-10

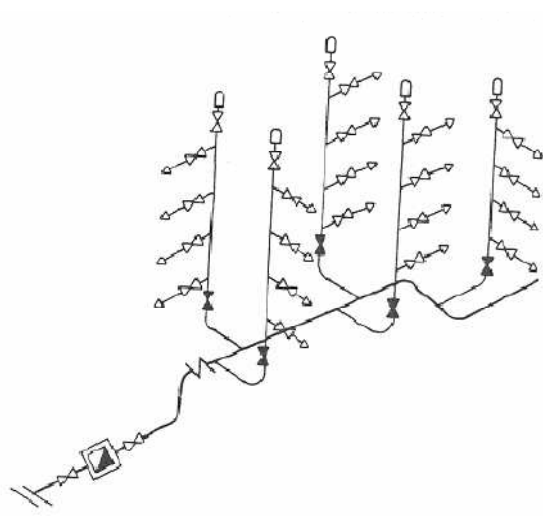


Figura 3.8. Distribución inferior abierta<sup>8</sup>

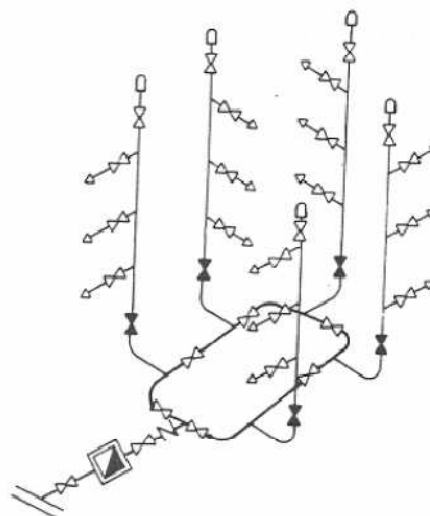


Figura 3.9. Distribución inferior en anillo<sup>9</sup>

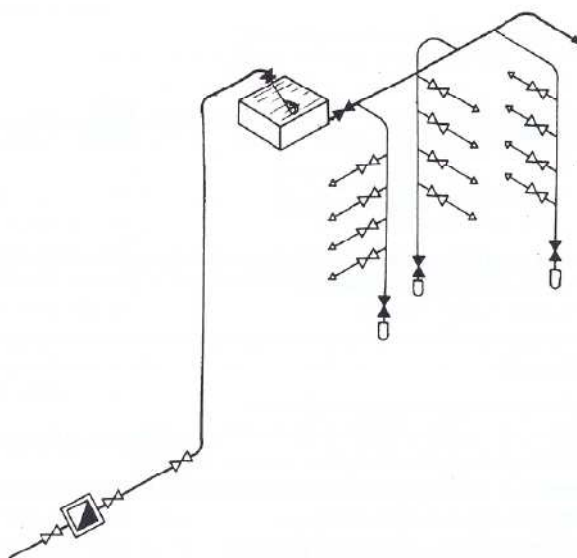


Figura 3.10. Distribución superior<sup>10</sup>

- 6) **Ascendentes o montantes.** Se colocarán en zonas comunes del edificio, y en huecos o recintos contruidos para esto, los cuales podrán ser utilizados por otras instalaciones. En su base se deberán colocar: válvula de retención, llave de corte y llave de paso con tapón de vaciado. En su parte superior se colocarán dispositivos de purga.

<sup>8</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones de fontanería, saneamiento y calefacción". Madrid: A. MADRID VICENTE, EDICIONES, p. 111.

<sup>9</sup> Idem, p. 111.

<sup>10</sup> Idem, p. 112.





Figura 3.11. Fotografía de montantes en edificación.

- 7) **Contadores divisionarios.** Se colocarán en el cuarto general de contadores, mediante una batería de contadores, o en una hornacina en el descansillo de cada planta. Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte, y después de él se colocará una válvula de retención.

El armario o cuarto donde se coloque la batería de contadores, será según CTE, tal como se puede ver en la Figura 3.7. Dimensiones para el armario y arqueta del contador general, extraída del CTE, en su DB-HS 4 (página HS4-10) Tabla 4.1., anteriormente expuesta.



Figura 3.12. Batería de contadores con soporte tipo cuadro<sup>11</sup>



Figura 3.13. Batería de contadores con soporte tipo columna<sup>12</sup>

<sup>11</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 80.

<sup>12</sup> Idem.



### 8) Instalaciones particulares. Deberán constar de:

- Llave de paso: colocadas en el interior de la vivienda en lugar de fácil manipulación para el usuario.



Figura 3.14. Llave de paso

- Derivaciones particulares: son tuberías horizontales que parten de las llaves de paso de los usuarios y reparten el agua a los distintos locales húmedos. Se instalarán por el techo superior al grifo más elevado. Se anclarán a los elementos constructivos por medio de abrazaderas.



Figura 3.15. Derivación individual

Se colocará al final de cada una, llaves de corte, colocadas a la entrada de cada local húmedo, que permiten el corte del local sin la necesidad de dejar sin suministro a toda la vivienda. Se colocarán en un lugar accesible.



Figura 3.16. Llaves de corte a la entrada de los locales húmedos



- **Ramales de enlace:** son el conjunto de tuberías que parten de las derivaciones particulares y conducen el agua a cada aparato sanitario, siendo tuberías descendentes desde el nivel de la derivación hasta los grifos o puntos de toma, o en su caso, ascendentes. Se colocará una llave de escuadra o reguladora de caudal que de independencia al servicio.



Figura 3.17. Ramal de enlace superior



Figura 3.18. Ramal de enlace inferior



Figura 3.19. Llave de escuadra o reguladora de caudal

- **Puntos de consumo:** son los terminales de la instalación a través de los cuales el usuario puede regular a voluntad la cantidad de agua que desea utilizar.



Figura 3.20. Punto de consumo (grifo monomando de lavabo)<sup>13</sup>

9) **Derivaciones colectivas.** Se ubicarán por las zonas comunes de la edificación y se le aplicará las mismas condiciones que para las instalaciones particulares.

10) **Sistemas de control y regulación de la presión.** Son equipos diseñados para suministrar el agua a presión según las necesidades de la edificación. Existen dos grupos de presión según el tipo de control:

- Convencional, que estará formado por: depósito auxiliar de alimentación, equipo de bombeo y depósitos de presión con membrana.

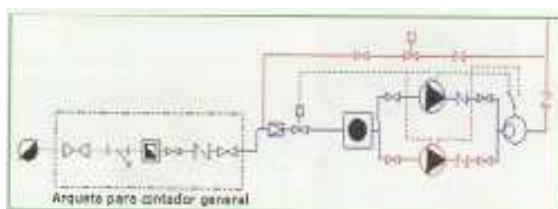


Figura 3.21. Esquema general grupo de presión convencional<sup>14</sup>



Figura 3.22. Fotografía grupo de presión convencional<sup>15</sup>

- De accionamiento regulable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas.

<sup>13</sup> SORIANO Rull, A. (2008) "Instalaciones de fontanería...", p. 175.

<sup>14</sup> Idem, p. 84.

<sup>15</sup> Idem.



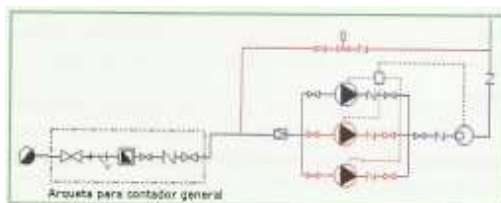


Figura 3.21. Esquema general grupo de presión de caudal variable<sup>16</sup>



Figura 3.22. Fotografía grupo de presión de accionamiento variable<sup>17</sup>

Quando sea necesaria la reducción de presión, se instalarán válvulas limitadoras.

11) **Sistemas de tratamiento de agua.** Se realizará el tratamiento del agua en edificación cuando sea necesario para su potabilidad, para ello: los materiales utilizados en estos equipos deben cumplir los requisitos para el proceso de tratamiento; se dispondrán equipos de medida para determinar la cantidad de agua que se trata; los productos utilizados en el tratamiento se guardarán en lugar aislado y solo podrán ser manipulados por personal autorizado; el equipo se situará en el exterior de la edificación o en zonas comunes, estando el acceso restringido a personal autorizado, e instalando un equipo de sobreelevación en caso necesario.

Figura 3.25. Sistema de tratamiento de aguas en vivienda<sup>18</sup>

<sup>16</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 84.

<sup>17</sup> *Idem.*

<sup>18</sup> Catálogo HIDRITEC



### 3.2.1.2. Ejemplos y diseño de trazado de estas instalaciones

En el siguiente cuadro se muestra una relación de los planos relacionados con estas instalaciones. Los planos impresos se encuentran en el **Anexo IV**.

Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	MATERIAL	NOTAS
N01	Vivienda unifamiliar aislada	Planta baja	Colectores con PE-X	
N02	Vivienda unifamiliar aislada	Planta alta	Colectores con PE-X	
N09	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	Acero	
N10	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta primera	Acero	
N11	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta tipo	Acero	
N17	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta baja	Cobre y PVC	
N18	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta primera	Cobre y PVC	
N19	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta segunda	Cobre y PVC	
N20	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta tercera	Cobre y PVC	
N21	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta cubierta	Cobre y PVC	
N22	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	Acero	Optimización energética de suministro en los pisos bajos
N25	Edificio de viviendas	Montantes Ventilación		
N26		Locales húmedos		
N27		Tipos de acometidas		



### **3.2.2. Instalaciones de abastecimiento de agua caliente (ACS)**

#### **3.2.2.1. Descripción de la instalación**

El agua caliente sanitaria (ACS) se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con los mismos requisitos y características que las instalaciones de agua fría. Con lo cual, se procede a explicar el suministro de agua caliente en edificación (ACS), atendiendo, como ya se ha mencionado, al DB-HS 4 (CTE), siendo los principales elementos que componen esta instalación los siguientes:

- Acometida de agua fría para el consumo humano
- Sistemas de producción de agua caliente
- Red de suministro
- Elementos terminales (puntos de toma)
- Circuito de retorno: atendiendo al DB-HS 4 (página HS4-9), las instalaciones de ACS deben disponer de un sistema de recirculación en sistemas individuales con producción directa, de forma que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

La instalación de ACS comienza físicamente a partir de los sistemas de producción de agua caliente, y ya que el resto de la instalación es idéntica a la red de agua fría, en este apartado solamente se va a proceder a explicar los diferentes sistemas de producción de agua caliente:

Los sistemas de producción de agua caliente se pueden agrupar en dos grandes grupos: individuales y centralizados.

- **Sistemas individuales:** Es la forma de suministrar mayor cantidad de ACS y con mayor confort a una vivienda. Cada usuario es el propietario de su sistema de calentamiento del agua, pagando por lo que consume, además éste es el responsable del manejo, conservación y reparación del sistema. En el caso de colocar este sistema en edificaciones el sistema se complica la instalación, además de sobredimensionarla.

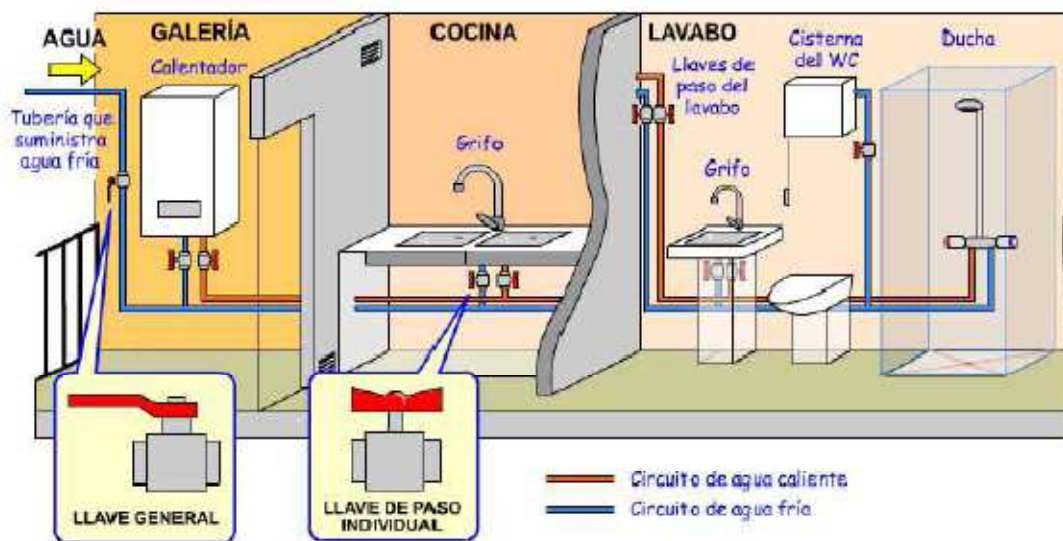


Figura 3.26. Esquema de instalación individual de ACS en vivienda<sup>19</sup>

Dentro de estos sistemas podemos encontrar varios tipos:

- **Calentadores:** se puede definir como un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción. Existen dos tipos de estos en función de si el agua calentada se va a consumir en ese instante (instantáneos), o si se acumula para su posterior uso (acumuladores).
  - **Instantáneo:** tradicionalmente en las viviendas se han colocado estos tipos de calentadores por su economía y por su reducido espacio, ya que no necesitan espacio para acumular el agua. Son aparatos que están apagados sin consumir energía. Un sensor de flujo se activa cuando detectan circulación de agua e inician su procedimiento de calentamiento. Existen dos tipos:
    - **Gas:** una llama calienta un intercambiador de calor por donde circula el agua, y son capaces de llegar hasta las 8 kcalorías/s. El funcionamiento de éste es el que sigue: una vez que circula el agua fría por el mismo, un sensor de flujo activa los quemadores. El agua fría pasa por el serpentín o intercambiador de calor que está realizado con cobre con baño de estaño-plomo para proteger de corrosiones por los ácidos que puedan producir los gases y el vapor de agua de la

<sup>19</sup> Web educativa: tecno 12-18 <http://www.tecno12-18.com/>





combustión. El calor que desprenden los quemadores, es absorbido por el agua que circula por el serpentín, calentándose ésta de una manera continua, según va saliendo para el consumo.



Figura 3.27. Esquema de calentador instantáneo de gas<sup>20</sup>

- **Eléctricos:** están equipados con resistencias calentadoras de inmersión, y van desde los 8.000 W (1,91 kcalorías/s) hasta los 22.000 W (5,26 kcalorías/s). El agua fluye a través del aparato y se calienta inmediatamente por medio de electricidad. El funcionamiento es muy sencillo: la resistencia de calentamiento (resistencia calentadora de inmersión) que se encuentra en el interior del aparato, está conectada a la electricidad. El agua fría entra en contacto con la resistencia, calentándose a medida que la recorre. Pueden ser hidráulicos, cuando el aparato funciona, exclusivamente, con la presión del agua y el caudal; o electrónico, cuando funciona con la ayuda de sensores (la información es procesada electrónicamente).

<sup>20</sup> Información técnico-comercial de JUNKERS



Esquema

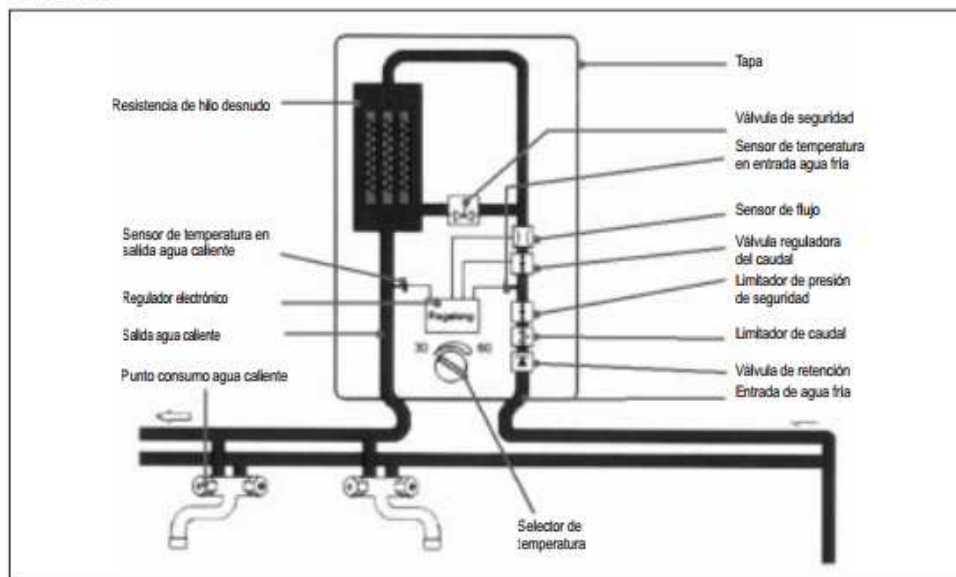


Figura 3.28. Esquema de calentador instantáneo eléctrico<sup>21</sup>



Figura 3.29. Imagen de calentador instantáneo eléctrico<sup>22</sup>

- **Acumuladores de gas:** El agua fría es suministrada al tanque e inyectada a la parte inferior del mismo a través de un tubo de inmersión. El agua fría más densa se queda allí y es calentada por el quemador de gas. A medida que el agua se calienta, naturalmente sube y es extraída por el tubo de descarga de

<sup>21</sup> Manual Técnico STIEBER ELTRON. Calentadores Eléctricos Instantáneos

<sup>22</sup> Catálogo TEHSA, S.L.



agua caliente. El tubo de agua caliente es mucho más corto que el tubo de agua fría. Esto asegura que solo el agua más caliente del tanque es utilizada. El agua fría es proporcionada al tanque por una línea de suministro de agua fría y es controlada por una válvula de cierre. Entre el tanque de almacenamiento y la cubierta hay aislamiento para reducir la pérdida de calor del agua calentada. En el interior del tanque existe un tubo de inmersión. El tubo es inmersión es donde el agua fría entra al tanque para ser calentada por el quemador de gas. Puesto que el aire y el agua fría son más densos que el aire y el agua calientes, el agua fría se ubica en la parte inferior del tanque hasta ser calentada por el quemador lo suficiente para subir (por convección) a la parte superior del tanque donde el agua caliente se mantiene. En los tanques forrados con aislamiento también hay una barra de metal, (usualmente de magnesio o aluminio) llamado ánodo de sacrificio. La barra del ánodo se atornilla y fija a la parte superior del tanque y se adentra en el tanque. Su propósito es atraer a la corrosión a sí mismo en lugar del tanque de metal.

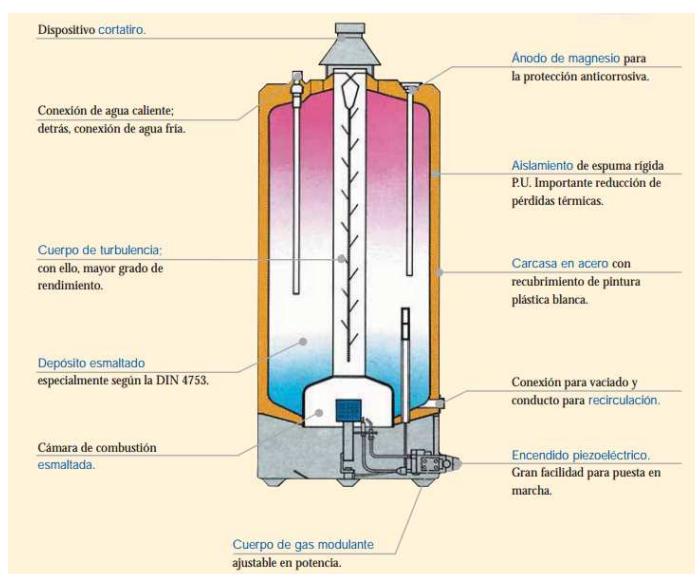


Figura 3.30. Esquema de calentador acumulador de gas<sup>23</sup>

El gas es suministrado por un tubo que tiene su propia válvula de cierre. La línea de gas alimenta a un módulo de control del quemador de gas que sirve como un termostato para el calentador de agua. También controla la ignición del piloto. Una característica de seguridad del calentador de agua incluye la válvula de alivio de presión y el tubo de descarga. Esta

<sup>23</sup> Información técnico-comercial de JUNKERS

válvula está ubicada en la parte superior del tanque y con frecuencia está adherida directamente en la parte superior misma del tanque. El tanque de agua caliente puede acumular sedimentos en su parte inferior si no se le hace mantenimiento, al drenar el tanque haciendo uso de la válvula de drenado estos sedimentos no pueden acumularse.

- **Acumuladores eléctricos (termo eléctrico):** El calderín está siempre lleno de agua y a una cierta presión. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el termostato de funcionamiento interrumpe la alimentación de corriente hacia la resistencia. Cuando se utiliza el agua caliente, penetra agua fría en el calderín. Entonces, el termostato se enfría y cierra el circuito poniendo en funcionamiento la resistencia. El agua fría se calienta hasta que se alcanza la temperatura fijada en el termostato. Toda la que está en el calderín permanece caliente y preparada hasta que hay demanda de consumo. El principio de funcionamiento de un termo se basa en la estratificación de diferentes temperaturas del agua, es decir, el agua forma capas a diferentes temperaturas que no se mezclan entre sí. Hay una explicación muy simple para este proceso: cuando el agua se calienta, se expande y adquiere una densidad menor que cuando está fría.

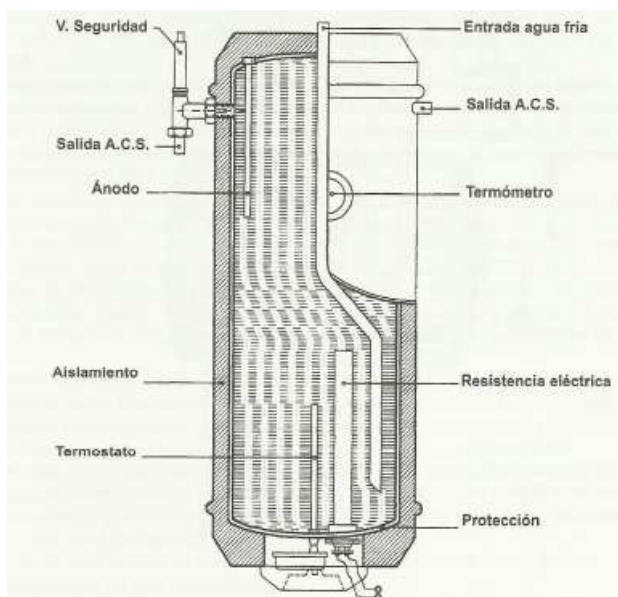
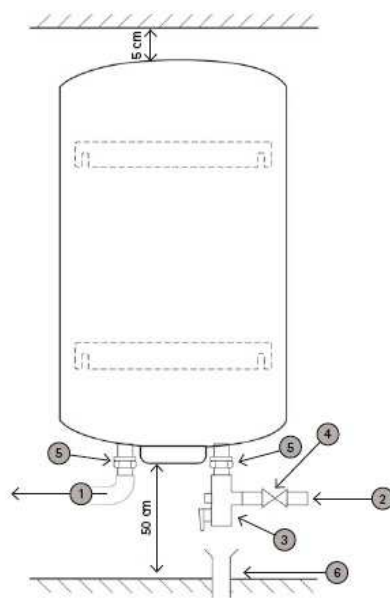


Figura 3.31. Esquema interno de un acumulador eléctrico<sup>24</sup>

El agua más caliente, entonces, tiene una densidad menor y ocupa la parte superior del calderín. Las otras capas de agua menos caliente se forman debajo de ésta, en función de la

<sup>24</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 285.

temperatura decreciente. Cuando el agua caliente sale por la parte superior del calderín, ésta es sustituida por agua fría que entra por abajo. El equilibrio de densidad se mantiene. Se puede imaginar un “pistón de agua fría” debajo que empuja un “pistón de agua caliente” en la parte alta cuando se utiliza el agua.



1. Salida de agua caliente.
2. Entrada de agua fría.
3. Grupo de seguridad.
4. Grifo.
5. Manguitos dieléctricos.
6. Desagüe.

Figura 3.32. Componentes principales de acumulador eléctrico<sup>25</sup>

- **Caldera mixta:** este sistema es perfecto en aquellas zonas donde sea necesaria la calefacción durante todo el año, ya que permite calentar el ACS a la vez que el agua para la calefacción de la edificación.

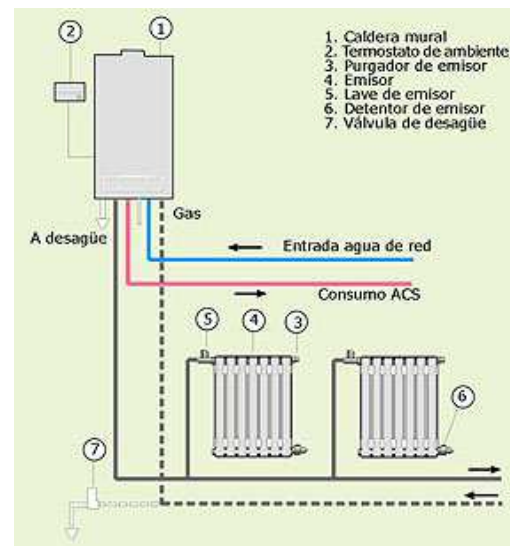


Figura 3.33. Esquema de caldera mixta<sup>26</sup>

<sup>25</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) “Nuevo manual de instalaciones...”, p. 286.

<sup>26</sup> Catálogo de tecnologías. GAS NATURAL FENOSA



- **Sistemas individuales por bomba de calor:** en estos sistemas de calentamiento del agua, se utiliza el ciclo termodinámico. Con este ciclo se logra transferir calor de un nivel inferior de temperatura a uno superior, invirtiendo el flujo natural del calor. Este proceso se consigue por medio de cambios de estado y ciclos de compresión y expansión a los que se somete el fluido refrigerante que circula dentro de un circuito cerrado, situado en el grupo bomba de calor. Sólo se consume la electricidad necesaria para hacer funcionar el ventilador que capta el aire y el compresor que hace circular el fluido por el circuito. Están compuestos por un bloque situado en la parte superior que contiene el grupo bomba de calor y de otro bloque situado en la parte inferior formado por el propio acumulador. El depósito de acumulación, que puede tener diferentes capacidades, está revestido y protegido internamente por un esmalte y externamente está aislado por una capa de poliuretano de baja conductividad térmica y gran espesor, revestido a su vez por la carcasa del aparato. En el interior del acumulador se encuentran el condensador, la resistencia y los ánodos de protección.

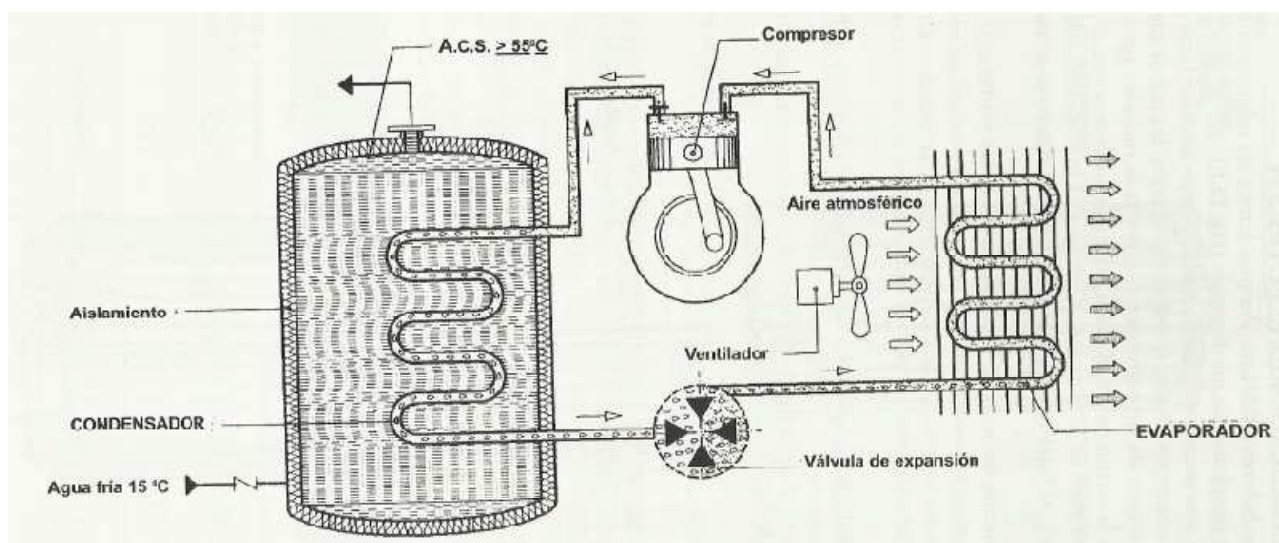


Figura 3.34. Esquema de sistema individual por bomba de calor<sup>27</sup>

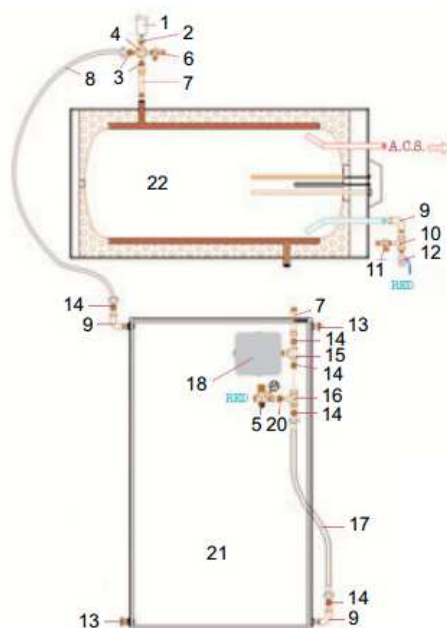
- **Energía solar fototérmica:** para sistemas individualizados, se instalará principalmente equipos compactos:
  - **Termosifonados:** aparato cuyo funcionamiento se explica con las corrientes de convección naturales de los fluidos, en los que las partes calientes de los mismos tienden a ascender. El efecto

<sup>27</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 286.





termosifónico se produce por la variación de densidad que sufre el agua con el aumento de la temperatura. El agua caliente pesa menos y por tanto tenderá a ascender. A este fenómeno se le conoce también como sistema de *circulación natural*, aplicado a la producción de agua caliente mediante captadores solares.



Descripción de componentes		150 INDIRECTO AL
COD	Descripción	
1	Purgador automático (200°C) 3/8"	1
2	Reducción 3/8" – 1/2" H-M	1
3	Machón 3/4" – 1/2"	2
4	Cruz 1/2" H	1
5	Válvula de llenado automático 3/4" MH	1*
6	Válvula de seguridad de 3 atm 1/2" M	1
7	Adaptador 3/4" MH (100 mm)	2
8	Manguito cobre 18mm + M. Electrolítico (800 mm)	1*
9	Codo 3/4" MH	3
10	Válvula antirretorno 3/4" H – 1/2" M	1
11	Válvula de seguridad de 8 atm 1/2" M	1
12	Válvula de esfera 1/2" H	1
13	Tapón 3/4" M	2
14	Machón 3/4" M	5
15	Te 3/4" H	1
16	Válvula termosifónica 3/4" M	1
17	Manguito cobre 18mm + M. Electrolítico (2000 mm)	1*
18	Vaso de expansión (4 – 8 litros) 3/4" M	1
19	Racord 3 piezas 3/4" M	-
20	Tapón 1/2" M	1
21	Captador Solar	SOLARIA-2.4 AL
22	Acumulador Solar SISTEMA INDIRECTO	150 litros
23	Reducción 3/4" M - 1/2" H	-

\* No se suministran.

Figura 3.35. Esquema de Equipo compacto de Termosifón<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Manual de instalación y uso de equipos compactos FAGOR



Figura 3.36. Fotografía de Equipo compacto de Termosifón

- **Forzados:** Sistemas de aprovechamiento solar en los que los colectores se encuentran separados y normalmente en un nivel superior al depósito de acumulación, y que, por lo tanto, precisan de bombas de circulación para transportar el calor producido en el/los colector/es hasta el depósito. Estos sistemas se utilizan en instalaciones grandes o complicadas que requieren la utilización de la energía solar para varias aplicaciones distintas (ACS y calefacción, comúnmente) son en conjunto sensiblemente más caros que los termosifones, pero permiten infinidad de combinaciones y aprovechamientos mediante la utilización de diferentes tipos de depósitos, intercambiadores, etc. que no se podrían conseguir mediante sistemas compactos.



Figura 3.37. Sistema compacto forzado<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Catálogo FAGOR 2009. Energía solar térmica



- **Sistemas centralizados:** este sistema constará de un único sistema de calefacción del agua para toda la edificación, lo que resuelve el problema que se generaba con los sistemas individuales en edificios, con contadores individuales para cada una de las viviendas, tal como exige el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación), minimizando el coste por usuario. En aquellas instalaciones donde el recorrido sea mayor de 15 m, será obligatorio colocar retornos, con el fin de minimizar las pérdidas de calor y permitir la disponibilidad de agua caliente a todos los puntos de la misma.

Los sistemas de producción de agua caliente en estos sistemas son calderas centrales instaladas en cuartos de máquinas, las cuales son exclusivamente para la producción de ACS, mediante combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, no con electricidad, ya que la utilización de esta última no es económicamente rentable. Dentro de este sistema se pueden diferenciar dos métodos:

- 1) **Sistemas instantáneos:** en este caso el agua de calderas calienta el agua de consumo al mismo tiempo que se demanda, por lo que requiere una elevación rápida y alta de la temperatura para poder satisfacer las necesidades simultáneas de los usuarios.

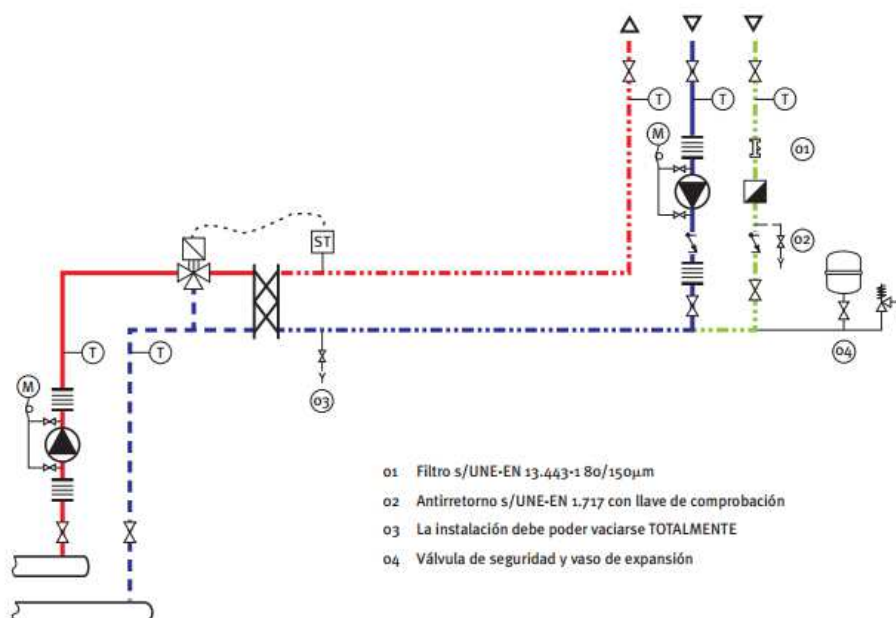


Figura 3.38. Sistema instantáneo de producción ACS con caldera<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) (2010) "Guía técnica de agua caliente sanitaria central". Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, p. 20.

- 2) **Sistemas con acumulación:** consiste en la acumulación del agua en depósitos en los que se mantiene caliente hasta el momento de su uso, de manera que en las puntas de demanda del edificio se utiliza el agua acumulada, necesitándose una potencia inferior para estos.

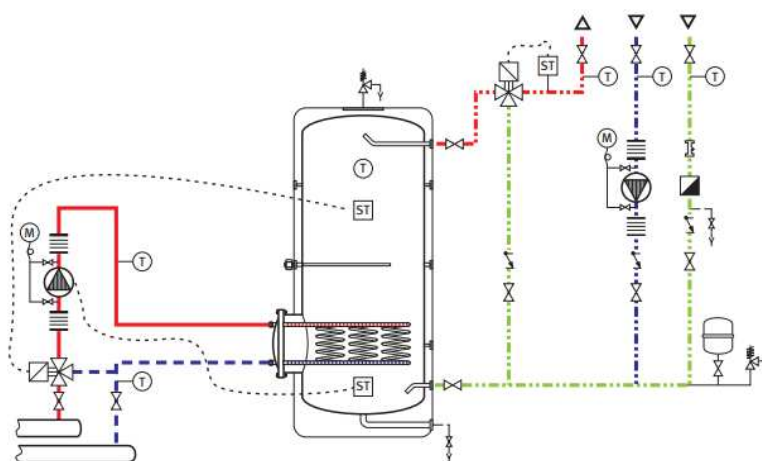


Figura 3.39. Sistema con acumulación de producción ACS con caldera<sup>31</sup>

Además, se distinguen los siguientes elementos que componen los sistemas centralizados:

- a) **Intercambiadores:** son los elementos encargados de separar el agua de las calderas del agua de consumo. Se colocan en el interior de los depósitos de acumulación. Existen dos tipos:
- **Tubulares:** consta de un serpentín por el cual discurre el agua caliente primaria (calentada mediante calderas), colocado en el interior de una carcasa cilíndrica, por la que circula el agua a calentar.



Figura 3.40. Esquema de intercambiador tubular<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) (2010) "Guía técnica de agua caliente...", p. 23.

<sup>32</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 288.



- **De placas:** aquí la placa representa la superficie de intercambio térmico. Los fluidos son conducidos a través del intercambiador mediante las juntas. Cada placa posee una junta principal que rodea la periferia y dos juntas anulares que rodean los orificios de entrada y conducen alternativamente a los fluidos primario y secundario hacia las dos caras de la placa.

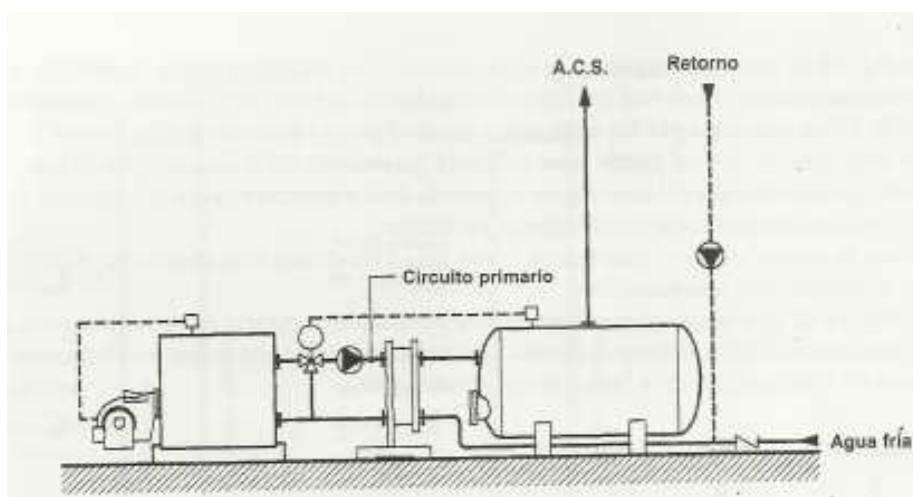


Figura 3.41. Intercambiador de placas<sup>33</sup>

- b) **Depósitos:** los depósitos de acumulación de ACS pueden ser interacumuladores o acumuladores, según contengan o no en su interior el intercambiador. Atendiendo a las exigencias del DB-HS4 (Tabla 05) la presión de estos será mínima de 6 bar, aunque lo recomendable es que sea de 8 bar. Además el agua se mantendrá a una temperatura mínima de 70°C.
- **Interacumuladores:** contienen en su interior el intercambiador, por lo que el agua se calienta en el interior de éste.
  - **Acumuladores:** almacenan el ACS, por lo que el intercambiador se encuentra en el exterior y necesitan una bomba que haga circular el agua a calentar entre el depósito y el intercambiador.

<sup>33</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 289.

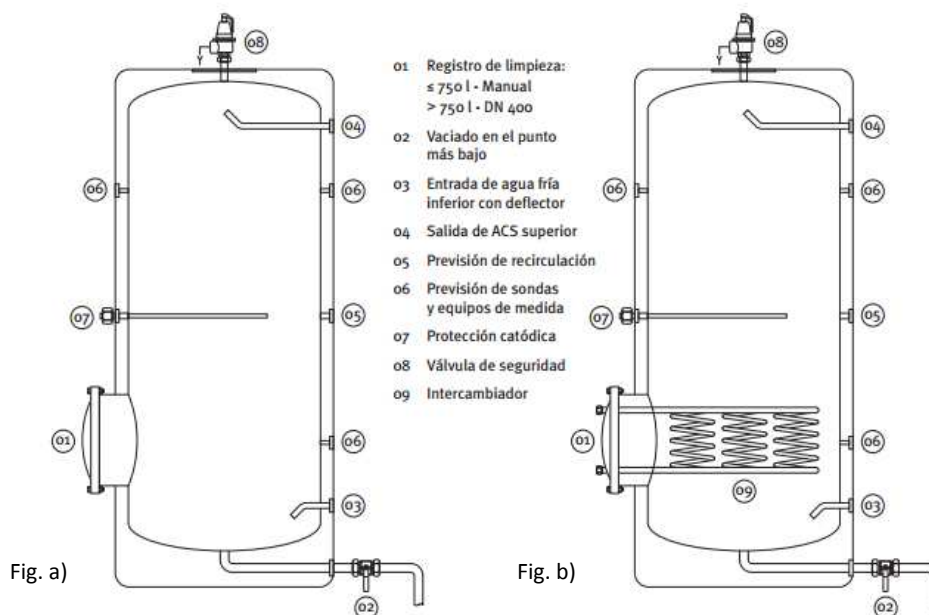


Figura 3.42. a). Esquema de depósito acumulador<sup>34</sup>

Figura 3.42. b). Esquema de depósito interacumulador<sup>35</sup>

### 3) Sistemas centralizados por energía solar: los más comunes son:

- **Instalación todo centralizado:** el diseño de esta instalación requiere la máxima disponibilidad de espacios comunitarios tanto para la captación, acumulación solar como para el sistema de apoyo, ya que todos estos son comunes en la instalación. No se requiere de espacio para equipos de agua caliente para cada vivienda, cada una dispone de dos acometidas y dos contadores, uno para agua fría y otro para agua caliente.

<sup>34</sup> Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) (2010) “Guía técnica de agua caliente...”, p. 13.

<sup>35</sup> Idem.



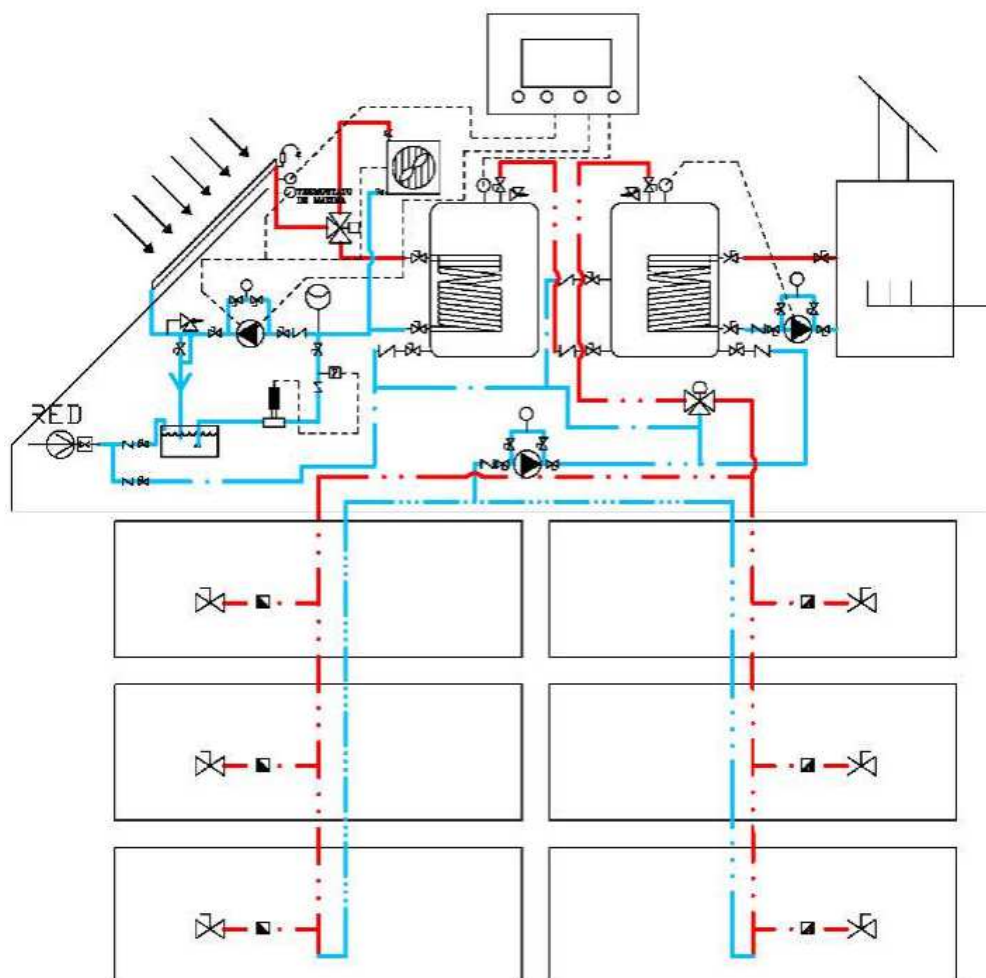


Figura 3.43. Sistema todo centralizado para la producción de ACS<sup>36</sup>

- **Instalación con apoyo descentralizado:** en esta instalación se realiza el precalentamiento del agua y no incluye el sistema de apoyo centralizado, sino que este es individual. El diseño de este tipo de instalaciones requiere menos espacios comunes al tener un sistema de apoyo individual, pero se necesitan en los espacios de cada vivienda. El sistema y de acumulación será común.

<sup>36</sup> Catálogo GRUPO THISA

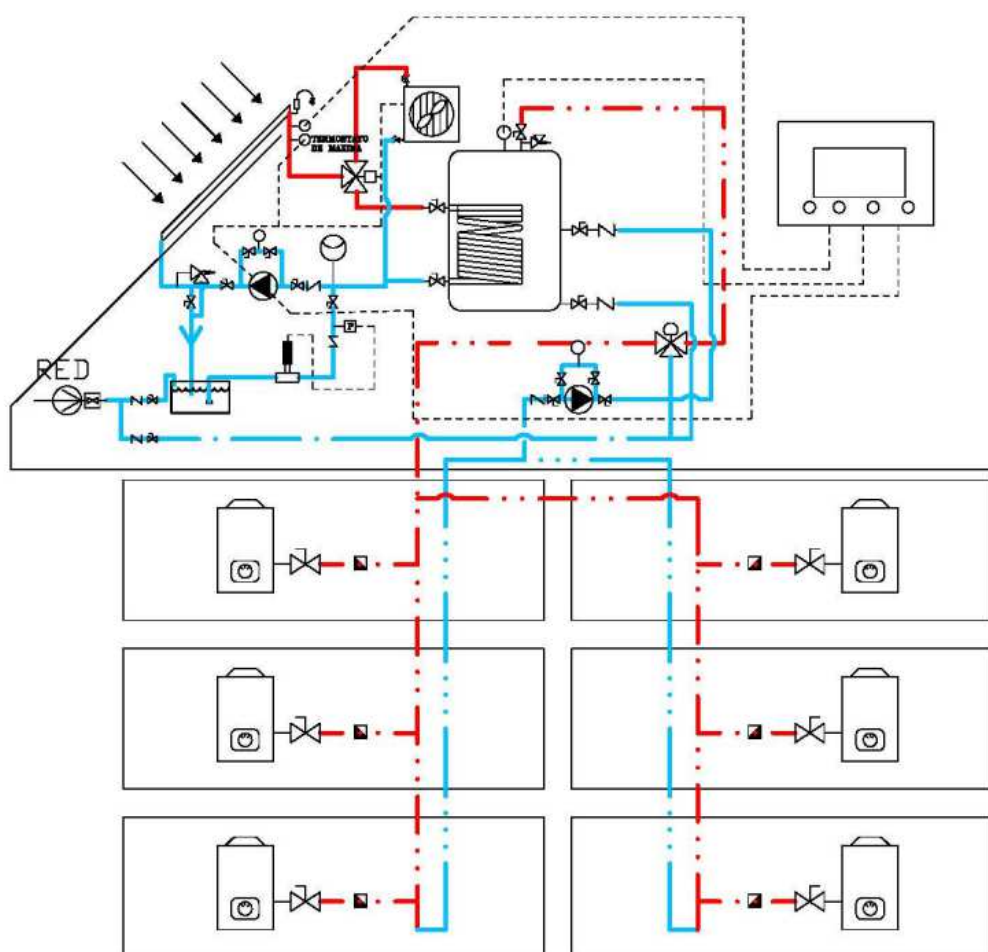


Figura 3.44. Sistema apoyo descentralizado para la producción de ACS<sup>37</sup>

- **Instalación con captación centralizada:** El circuito de calentamiento puede ser directamente por el circuito primario de captadores o bien por el circuito secundario intercalando un intercambiador de placas. Los interacumuladores deben estar dimensionados para los consumos de cada vivienda. Requiere espacios importantes en las viviendas debido a las necesidades que requiere el acumulador y el sistema de apoyo, que serán individuales y se ubicarán en cada vivienda; sin embargo sistema de captación será común.

<sup>37</sup> Catálogo GRUPO THISA

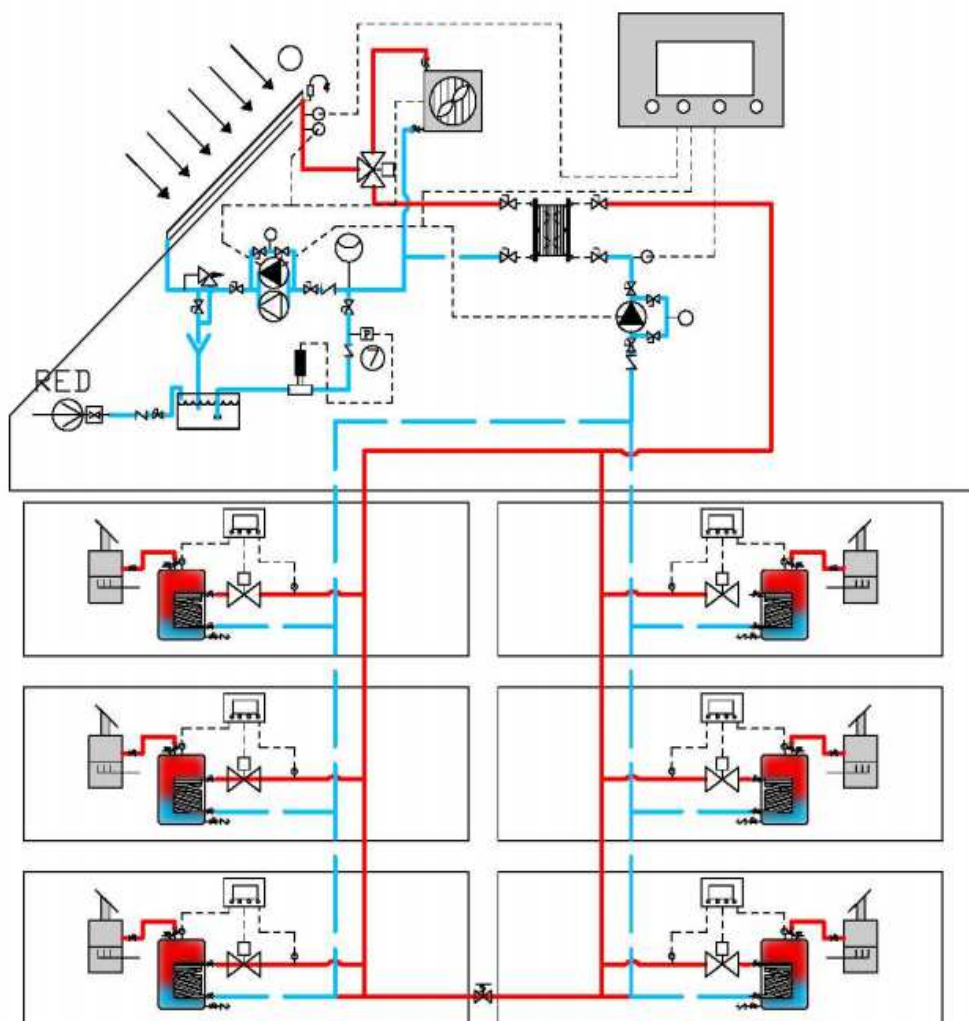


Figura 3.45. Sistema con captación centralizada para la producción de ACS<sup>38</sup>

### 3.2.2.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones

En el siguiente cuadro se muestra una relación de los planos relacionados con estas instalaciones. Los planos impresos se encuentran en el **Anexo IV**.

<sup>38</sup> Catálogo GRUPO THISA



Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	MATERIAL	OBSERVACIONES
N01	Vivienda unifamiliar aislada	Planta baja	Colectores con PE-X	Sistema energía solar individual
N02	Vivienda unifamiliar aislada	Planta alta	Colectores con PE-X	Sistema energía solar individual
N09	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	Acero	Caldera colectiva
N10	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta primera	Acero	Caldera colectiva
N11	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta tipo	Acero	Caldera colectiva
N18	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta primera	Cobre y PVC	Calentador individual
N19	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta segunda	Cobre y PVC	Calentador individual
N20	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta tercera	Cobre y PVC	Calentador individual
N24	Edificio de viviendas	Instalación ACS Sala de calderas	Cobre	
N26		Locales húmedos variados		

### **3.2.3. Elementos que componen la instalación de abastecimiento de agua fría y ACS**

#### **3.2.3.1. Materiales**

De acuerdo con el CTE, en su DS-HS 4, página HS4-1, los materiales que se considerarán adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano, deben ajustarse a una serie de requisitos. Por lo tanto, las tuberías con las cuales puede realizarse las instalaciones de suministro de agua, y que cumplen con estos requisitos son:



- **Tubería de acero galvanizado:** Se usa de modo general en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no sobrepase los 60 °C ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero del tubo y este se corroe en vez de estar protegido por el zinc. En las instalaciones de agua caliente sanitaria no se debe utilizar las tuberías de acero galvanizado.



Figura 3.46. Tubería de acero galvanizado<sup>39</sup>

Para las tuberías de acero galvanizado existen diversos diámetros comerciales, como se puede ver en la tabla que sigue a continuación:

Dimensión y designación	Diámetro nominal - ø dn	Diámetro exterior: Ø ext.
3/8"	10	17,2
1/2"	15	21,3
3/4"	20	26,9
1"	25	33,7
1 1/4"	32	42,4
1 1/2"	40	48,3
2"	50	60,3
2 1/2"	65	76,1
3"	80	88,9
4"	100	114,3
5"	125	139,7
6"	150	165,1

Figura 3.47. Tabla de características y diámetros de las tuberías de acero soldadas<sup>40</sup>

<sup>39</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell. Tema 5". Palma de Mallorca, p. 4.

<sup>40</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 129.



- **Tubería de cobre:** es el material más común utilizado para la fontanería en edificación, debido a su resistencia a la corrosión y sus propiedades antibacterianas, frente a las tuberías fabricadas con polímeros tienen la ventaja de que no arden en caso de incendio y por tanto no liberan humos y gases tóxicos. Se pueden encontrar de forma rígida y recocido.



Figura 3.48. Tubería de cobre rígido



Figura 3.49. Tubería de cobre recocido<sup>41</sup>

Además existen numerosos diámetros en los que se puede encontrar las tuberías de cobre. Algunas de las características de estos y sus diámetros se pueden ver en la siguiente tabla:

Diámetro exterior - Ø ext.	Diámetro interior - ø int	Espesor
6 mm	4 mm	1 mm
8 mm	6 mm	1 mm
10 mm	8 mm	1 mm
12 mm	10 mm	1 mm
14 mm	12 mm	1 mm
15 mm	13 mm	1 mm
16 mm	14 mm	1 mm
18 mm	16 mm	1 mm
22 mm	20 mm	1 mm
28 mm	26 mm	1 mm
35 mm	33 mm	1 mm
42 mm	40 mm	1 mm
54 mm	51,6 mm	1,2 mm

Las celdas sombreadas indican las medidas usuales para la tubería de cobre recocido en métricas.

Figura 3.50. Tabla de características de los tubos de cobre<sup>42</sup>

<sup>41</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “Instalaciones de fontanería...”, p. 135.

<sup>42</sup> Idem





- **Tubería de acero inoxidable:** La Tubería de acero inoxidable es utilizada en procesos donde los fluidos corrosivos tienen condiciones que otras tuberías no soportan. También se utiliza en procesos alimenticios o farmacéuticos.

Dimensión y espesor	Diámetro interior	Espesor
15 mm	13,0 mm	1 mm
18 mm	16,0 mm	1 mm
22 mm	19,6 mm	1,2 mm
28 mm	25,6 mm	1,2 mm
35 mm	32,0 mm	1,5 mm
42 mm	39,0 mm	1,5 mm
54 mm	51,0 mm	1,5 mm

Figura 3.51. Tabla de diámetros y características del acero galvanizado<sup>43</sup>



Figura 3.52. Imagen de tubería de acero inoxidable<sup>44</sup>

- **Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U):** se fabrican según la norma UNE 53.112, y tienen su aplicación específica en el transporte y distribución de agua a presión, para temperaturas de estas 45° en instalaciones no expuestas a las radiaciones solares. Los diámetros a utilizar en estas canalizaciones y sus características según norma UNE-EN ISO 1452, son los que se muestran en la siguiente tabla.

<sup>43</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 132.

<sup>44</sup> POSADA, P. (2013) “*PCPI IES Aurora Picornell...*”, p. 5.



Diámetro Nominal DN	Presión Nominal, PN (bar)							MRS MPa	C	$\sigma_s$ MPa
	Series de tubos									
	S 20 SDR 41	S 16 SDR 33	S 12.5 SDR 26	S 10 SDR 21	S 8 SDR 17	S 6.3 SDR 13.6	S 5 SDR 11			
12 a 90	---	PN 6	(PN 8)	PN 10	(PN 12.5)	PN 16	PN 20	25	2.5	10
110 a 1000	PN 6	(PN 8)	PN 10	(PN 12.5)	PN 16	PN 20	PN 25	25	2	12.5
Rigidez anular nominal, SN	4	8	16	32	64	80	128			

Figura 3.53. Tabla de diámetros y características de las tuberías de PVC-U<sup>45</sup>



Figura 3.54. Tubería de PVC-U

- **Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC-C):** producido por cloración de la resina de policloruro de vinilo (PVC). Los usos incluyen tuberías de agua fría y caliente, y el manejo de líquidos industriales.

Tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) - (PVC-C)					
Diámetro exterior Nominal	Diámetro exterior medio (mm)		Espesor de pared (mm)		
	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro máximo (mm)	Serie-3	Serie-5	Serie-4
12	12,0	12,2	1,4	1,4	1,4
14	14,0	14,2	1,4	1,4	1,6
16	16,0	16,2	1,4	1,5	1,8
20	20,0	20,2	1,5	1,9	2,3
25	25,0	25,2	1,9	2,3	2,8
32	32,0	32,2	2,4	2,9	3,6
40	40,0	40,2	3,0	3,7	4,5
50	50,0	50,2	3,7	4,6	5,6
63	63,0	63,3	4,7	5,8	7,1
75	75,0	75,3	5,6	6,8	8,4
90	90,0	90,3	6,7	8,2	10,1
110	110,0	110,4	8,1	10,2	12,3
125	125,0	125,4	9,2	11,4	14,0
140	140,0	140,4	10,3	12,7	15,7
160	160,0	160,5	11,8	14,6	17,9

Figura 3.55. Tabla de diámetros característicos del PVC-C<sup>46</sup>

<sup>45</sup> UNE-EN ISO 1452 (2011) "Comité Técnico de Certificación CTC 001 PLÁSTICOS. Boletín nº 2.1." AENOR

<sup>46</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 156.

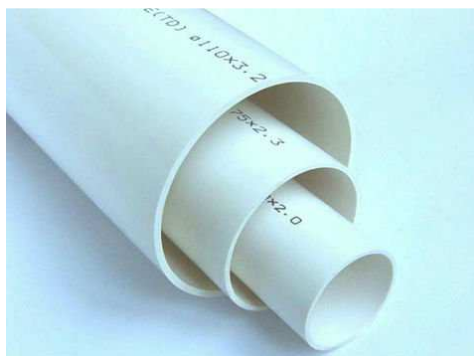
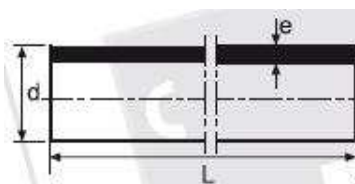


Figura 3.56. Tubería de polietileno de vinilo clorado

- **Tubería de polietileno (PE):** en el caso del uso doméstico, está destinada para sistemas de canalización en instalaciones de agua caliente y fría en el interior de la estructura de edificios y para la conducción de agua destinada o no al consumo humano. Además gracias a su capacidad aislante térmica y acústica, proporciona la máxima eficiencia en estas instalaciones. Estas tuberías se pueden encontrar en el mercado, en tubería de polietileno de alta y baja densidad. Aquí se muestra cuadros de características de las mismas según Norma UNE-EN 12201.



Diám. Exterior. Ø ext.		Diám. interior. Ø int		Espesor	
PN 10	PN 16	PN 10	PN 16	PN 10	PN 16
20			16		2
25			20,4		2,3
32		28	26,2	2	2,9
40		35,2	32,6	2,4	3,7
50		44	40,8	3	4,6
63		55,4	51,4	3,8	5,8
75		66	61,4	4,5	6,8



Diám. Exterior Ø ext.		Diám. Interior Ø int.		Espesor	
PN 10	PN 16	PN 10	PN 16	PN 10	PN 16
90		79,2	73,6	5,4	8,2
110		96,8	90	6,6	10
125		110,2	102,2	7,4	11,4
140		123,4	114,6	8,3	12,7
160		141	130,8	9,5	14,6
180		158,6	147,2	10,7	16,4
200		176,2	163,6	11,9	18,2

Las tuberías de polietileno se fabrican en diámetros exteriores de hasta 1.100 mm. En la tabla se ha dispuesto la gama de diámetros más común y correspondiente al ámbito de las instalaciones de fontanería, objeto de esta obra.

Figura 3.57. Tablas de características y diámetros para tuberías de polietileno de baja densidad<sup>47</sup>



Figura 3.58. Tubería de polietileno

- **Tubería de polietileno reticulado (PE-X):** la reticulación consiste, de forma genérica, en un proceso a través del que se consiguen unos lazos de unión entre las cadenas de polietileno que proporcionan una elevada resistencia a presión y temperatura. Es por ello que el polietileno reticulado es un material especialmente adecuado para su uso en tuberías por las que circule agua a presiones y temperaturas muy elevadas. Así, las características de este tipo de material para las instalaciones según norma UNE-EN 1264-4 son:

<sup>47</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “Instalaciones de fontanería...”, pp. 144-145



Diám. exterior, Ø ext.	Diám. interior, Ø int.		Espesor	
	Serie 5 PN 10	Serie 3,2 PN 16	Serie 5 PN 10	Serie 3,2 PN 16
20	16,2	14,4	1,9	2,8
25	20,4	18	2,3	3,5
32	26,2	23,2	2,9	4,4
40	32,6	29	3,7	5,5
50	40,8	36,2	4,6	6,9
63	51,4	45,8	5,8	8,6
75	61,4	54,4	6,8	10,3

Figura 3.59. Tabla de características y diámetros para las tuberías de polietileno reticulado<sup>48</sup>

De la misma forma, los diámetros recomendados según tipo de aparato al que vaya a estar destinado en el interior de la edificación son los siguientes:

- Derivación para Lavabo, Bide, Ducha, Inodoro, Lavadora ó Fregadero: 16 Ø.
- Derivación para Bañera: 20 Ø.
- Entrada a la vivienda: 20 (Hasta 0,6 L/s), 25 (Hasta 2 L/s), 32 (Hasta 3 L/s).



Figura 3.60. Tubería de polietileno reticulado<sup>49</sup>

- **Tubería de polibutileno (PB):** utilizado en tuberías que posteriormente se utilizan en conducciones de fontanería, tanto para el agua fría como el agua caliente. El sistema de unión de las piezas es por presión, o termofusión. A continuación se muestra una tabla de los diámetros de estas tuberías:

<sup>48</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “Instalaciones de fontanería...”, p. 147

<sup>49</sup> POSADA, P. (2013) “PCPI IES Aurora Picornell...”, p. 28.



Diámetro exterior (D <sub>ext.</sub> )	Diámetro interior (D <sub>int.</sub> )	Espesor
	PN 13	PN 10
15	11	2
18	14	2
22	18	2
28	22,4	2,8
32	26	3
40	32,6	3,7 <sup>50</sup>

Figura 3.61. Tabla de diámetros característicos de las tuberías de polibutileno<sup>50</sup>

Las tuberías de polibutileno se encuentran suministradas tanto de forma rígida como de forma flexible, como se puede ver en la siguiente imagen:



Figura 3.62. Tubería de polibutileno rígida y flexible

- **Tubería de polipropileno (PP):** estas tuberías están especialmente adecuadas para su uso hidrosanitario (agua fría y agua caliente), según norma UNE ISO 1587:2004. Para las instalaciones de agua caliente, se utiliza el polipropileno Stabi (con una pared interior de aluminio) o el Polipropileno con fibra en capa interior, con una mayor estabilidad dimensional y reducido coeficiente de dilatación, casi un 50% inferior a las tuberías de polipileno tradicionales.

<sup>50</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 149





TUBERÍA DE POLIPROPILENO (PP-C) SEGUN UNE 53.380									
DIÁMETRO EXTERIOR	Serie 5,0			Serie 3,2			Serie 2,5		
	ESPESOR	D. INTERIOR	CONT. AGUA	ESPESOR	D. INTERIOR	CONT. AGUA	ESPESOR	D. INTERIOR	CONT. AGUA
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10							2,0	6,0	0,03
12							2,0	8,0	0,05
16	2,0	12,0	0,11	2,3	11,4	0,10	2,7	10,6	0,09
20	2,0	16,0	0,20	2,8	14,4	0,16	3,4	13,2	0,14
25	2,3	20,4	0,33	3,5	18,0	0,25	4,2	16,6	0,22
32	2,9	26,2	0,54	4,4	23,2	0,42	5,4	21,2	0,35
40	3,7	32,6	0,83	5,5	29,0	0,66	6,7	26,6	0,56
50	4,6	40,8	1,31	6,9	36,2	1,03	8,3	33,4	0,88
63	5,8	51,4	2,07	8,6	45,8	1,65	10,5	42,0	1,39
75	6,8	61,4	2,96	10,3	54,4	2,32	12,5	50,0	1,96
90	8,2	73,6	4,25	12,3	65,4	3,36	15,0	60,0	2,83
110	10,0	90,0	6,36	15,1	79,8	5,00	18,3	73,4	4,23
125	11,4	102,2	8,20	17,1	90,8	6,48	20,8	83,4	5,46
T° FLUIDO °C	AÑOS			PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (bar)					
	SERVICIO			Serie 5,0		Serie 3,2		Serie 2,5	
20	50			10		16		20	
40	50			6,6		10,5		13,2	
60	50			3,2		5,1		6,4	
70	25			-		3,8		4,8	
80	20			-		2,8		3,6	
95	5			-		-		2,8	

Figura 3.63. Tabla de características y diámetros de las tuberías de polipropileno<sup>51</sup>



Figura 3.64. Tubería de polipropileno<sup>52</sup>

- **Tubería multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT):** estas tuberías son aptas para cualquier tipo de instalación, gracias a sus características anticorrosivas e higiénicas, así como a la resistencia a altas temperaturas (hasta 95°).

<sup>51</sup> UNE-EN ISO 15874-2:2013. "Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP) Parte 2: Tubos"

<sup>52</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell...", p. 37.



Figura 3.65. Tuberías multicapa de polímetro / aluminio / polietileno resistente a temperatura<sup>53</sup>

- **Tubería multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X):** es una tubería que está destinada a todo tipo de instalaciones, desde agua potable, agua de lluvia, calefacción y refrigeración, aire comprimido y otras aplicaciones. Es una tubería flexible y de fácil montaje.



Figura 3.66. Tuberías multicapa de polímetro / aluminio / polietileno reticulado<sup>54</sup>

<sup>53</sup> Manual Técnico y de Instalación. MULTI STANDARD.

<sup>54</sup> Idem



Diámetro nominal DN/OD	Diámetro exterior nominal	Diámetro exterior medio		Espesor de pared		$s_{calc}$
	$d_n$ mm	$d_{em,min.}$ mm	$d_{em,máx.}$ mm	Espesor nominal, $e_n$ mm	Espesor mínimo, $e_{min.}$ mm	
14	14	14,0	14,3	2	1,9	3,0
16	16	16,0	16,3	2	1,9	3,5
				2,25	2,05	3,1
18	18	18,0	18,3	2	1,9	4,0
20	20	20,0	20,3	2	1,9	4,5
				2,25	2,05	3,9
				2,5	2,3	3,5
25	25	25,0	25,3	2,5	2,3	4,5
26	26	26,0	26,3	3	2,8	3,8
32	32	32,0	32,3	3	2,8	4,8
40	40	40,0	40,4	3,5	3,2	5,2
				4	3,8	4,5
50	50	50,0	50,5	4,5	4,3	5,1
63	63	63,0	63,6	6	5,7	4,8
75	75	75,0	75,7	7,5	7,2	4,5
90	90	90,0	90,9	8,5	8,2	4,8
110	110	110,0	111,0	10	9,7	5,0

Figura 3.67. Tabla de diámetros de las tuberías multicapa<sup>55</sup>

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Quedan prohibidos expresamente las tuberías y accesorios, cuya composición contenga plomo, dadas las alteraciones que producen en las condiciones de potabilidad del agua.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, deberán cumplir igualmente con las condiciones generales reflejadas, en el CTE.

### 3.2.3.2. Componentes y Accesorios

- **Contadores:** Mecanismo o sistema que indica el resultado de una sucesión numérica o del paso de un fluido. Existen dos tipos para contadores de aguas de uso doméstico:

<sup>55</sup> Manual Técnico y de Instalación. MULTI STANDARD.



1) **Chorro único:** El contador para agua de chorro único se utiliza principalmente como contador divisional en los circuitos domésticos. Su funcionamiento es muy sencillo ya que el flujo del agua actúa directamente en la turbina, cuya rotación, a través de los engranajes de la relojería, se transforma en litros/metros cúbicos. Los conductos de entrada y salida se hallan en el mismo plano horizontal y el agua atraviesa la cámara medidora sin sufrir ningún desplazamiento en vertical, facilitando así la eliminación de minúsculas impurezas arrastradas por el agua. Además, por la regularidad de la corriente del chorro la pérdida de carga es muy baja. El contador para agua de chorro único puede ser de tres tipos:

- Contador de esfera húmeda con relojería completamente sumergida en el agua con transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera húmeda con relojería sumergida en el agua y rodillos protegidos contenidos en una cápsula sellada. Transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera seca, con relojería separada del flujo del agua. En este caso la transmisión se produce a través de un acoplamiento magnético.



Figura 3.68. Contador de chorro único<sup>56</sup>

2) **Chorro múltiple:** El contador para agua con chorro múltiple se utiliza tanto en ámbito doméstico como industrial. El flujo de agua después de haber entrado en el contador, debe pasar a través de una serie de tubos que se hallan en la parte inferior del distribuidor, antes de impactar la turbina con chorros simétricos que la mantienen en perfecto equilibrio. El agua luego sale a través de otra serie de conductos ubicados en la parte superior del mismo distribuidor. Esto permite que el contador para agua conserve a lo largo del tiempo sus mejores prestaciones hidráulicas de desgaste. El contador con chorro múltiple puede ser de tres tipos:

<sup>56</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 177.



- Contador de esfera húmeda con relojería completamente sumergida en agua con transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera húmeda con relojería sumergida en agua y rodillos protegidos contenidos en una cápsula sellada. Transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera seca, con relojería separada del flujo de agua. En este caso la transmisión se lleva a cabo a través de un acoplamiento magnético.



Figura 3.69. Contador de chorro múltiple<sup>57</sup>

## - Válvulas

1) **Válvulas de paso:** Una llave de paso o llave de corte, es un dispositivo, generalmente de metal, alguna aleación o más recientemente de polímeros o de materiales cerámicos, usado para dar paso o cortar el flujo de agua u otro fluido por una tubería o conducción en la que está inserto. Su misión es el corte del suministro particular, accionable por el propio abonado, se encuentra en el interior de la vivienda en un lugar accesible para su manipulación.

- **Válvula de compuerta:** La llave de compuerta es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido. Lo que distingue a las llaves de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña. Las llaves de compuerta no son empleadas para regulación.

<sup>57</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 178

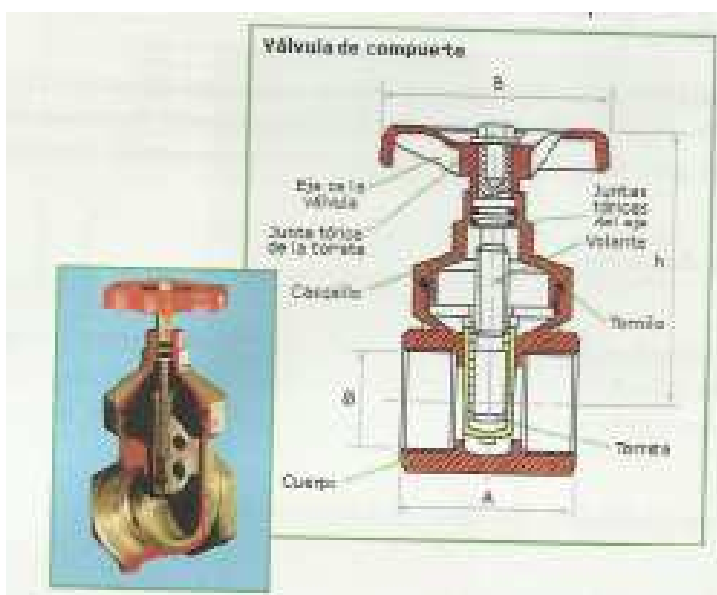


Figura 3.70. Esquema de una válvula de compuerta<sup>58</sup>

- **Válvula de esfera o bola o mariposa:** Una llave de bola, conocida también como de "esfera", es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada. Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o *bola* perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la llave está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada). Este tipo de llaves no ofrecen una regulación precisa al ser de  $\frac{1}{4}$  de vuelta. Su ventaja es que la bola perforada permite la circulación directa en la posición abierta con una pérdida de carga bastante más reducida que las de asiento, y corta el paso cuando se gira la maneta  $90^\circ$  y cierra el conducto.

<sup>58</sup> SORIANO Rull, A. (2008) "*Instalaciones de fontanería...*", p. 156.



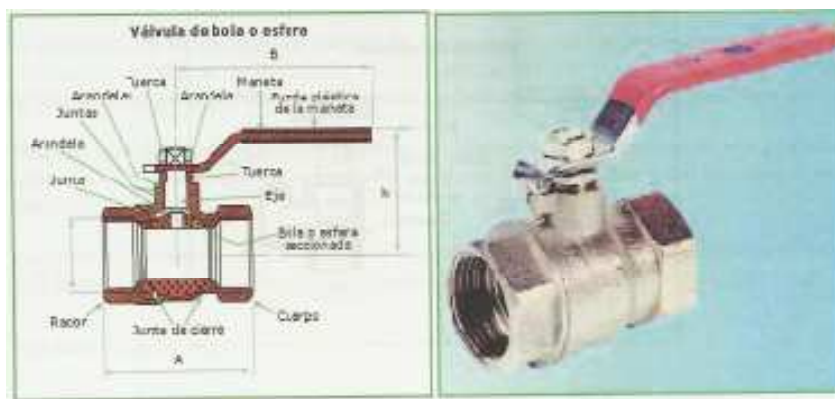


Figura 3.71. Esquema llave de esfera o bola o mariposa<sup>59</sup>

- **Válvula soleta o asiento:** La llave de asiento es el tipo más antiguo de llave. Tiene un vástago roscado que gira sobre su eje al accionar la llave y asienta un cierre sobre el paso del agua. Este modelo es precisamente el que servía como válvula también, pues el cierre o soleta estaba libre (con una espiga alojada en un hueco del vástago de apriete), y volvía a su asiento cuando el agua tomaba el sentido contrario al debido, funcionando como una válvula de retención de pistón. Por el ruido que producían se dejaron de usar y la soleta se fijó al vástago de apriete. La importancia de este tipo es que es el que funciona mejor para regular caudales en tuberías donde se requiera este uso (por ejemplo, en circuitos de calefacción, para el equilibrado hidráulico), porque permite un ajuste más afinado, ya que el cierre requiere más de una vuelta de la maneta.

- **Asiento inclinado**

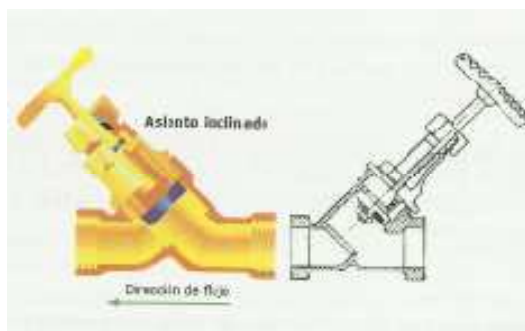


Figura 3.72. Esquema de válvula de asiento inclinado<sup>60</sup>

- **Asiento paralelo**

<sup>59</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 157.

<sup>60</sup> Idem, p. 158.

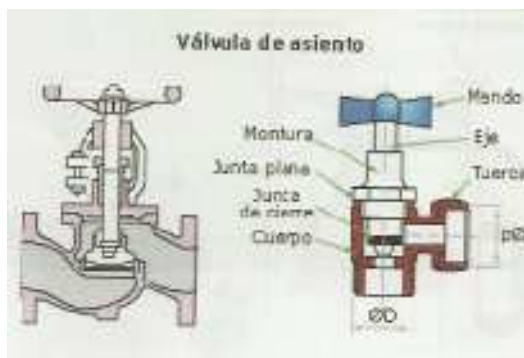


Figura 3.73. Esquema de válvula de asiento paralelo<sup>61</sup>

- **Válvula de escuadra:** Aparato que permite cortar el paso de agua, situado en la pared, a la salida de las tuberías que alimentan a los electrodomésticos, bidés, cisternas, y lavabos y fregaderos si llevan la grifería de encastrar.



Figura 3.74. Válvula de escuadra

## 2) Válvulas de regulación.

- **Válvula de retención:** Dispositivos que consisten en una compuerta giratoria, cuya apertura se produce al paso de líquido y su cierre es por gravedad, impidiendo el retroceso.
  - **Clapeta:** una clapeta oscilante funciona como obturador y cierra el paso, por gravedad, cuando el fluido circula en dirección no deseada. Funcionan por gravedad, por lo que deben colocarse en una posición determinada.

<sup>61</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 158.

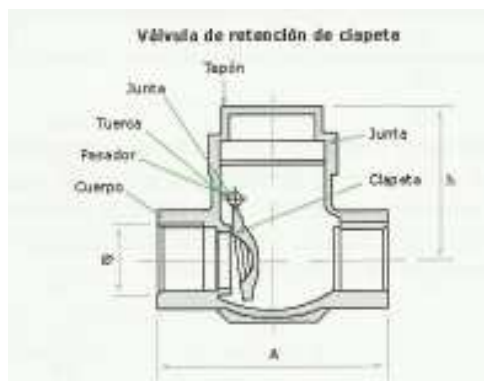


Figura 3.75. Esquema válvula de retención de clapeta<sup>62</sup>

- **Bola:** Mecanismo consistente en una válvula redonda que descansa sobre un orificio adaptado a su forma y está situada en un receptáculo que limita sus movimientos, que asegura su retorno a la posición de cierre cuando la presión del líquido la empuja. También llamado válvula esférica.



Figura 3.76. Esquema válvula de retención de bola<sup>63</sup>

- **Válvulas reductoras de presión:** Es un dispositivo que produce una pérdida de carga localizada cuando la presión sobrepasa un valor dado. Este tipo de válvulas protegen a la red de sobrepresiones y permiten una presión adecuada en las derivaciones.

<sup>62</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 161.

<sup>63</sup> Idem

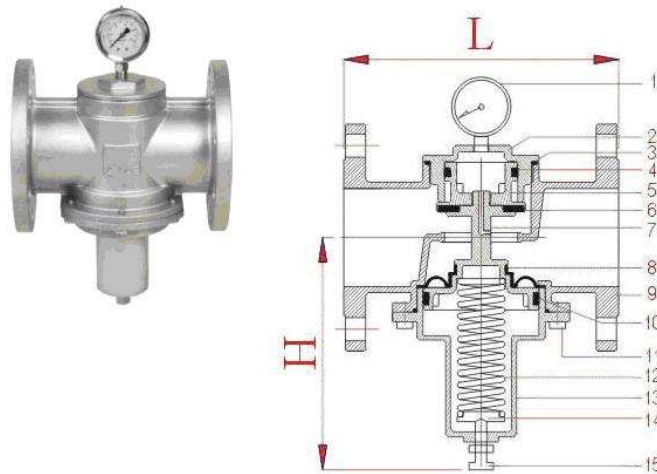


Figura 3.77. Válvula reductora de presión<sup>64</sup>

- **Válvula de seguridad:** Dispositivos que permiten la fuga automática de un caudal líquido para evitar un incremento de presión en la tubería sobre la presión prefijada. Básicamente constan de un elemento móvil sobre el que actúa, por un lado, la presión del agua, y sobre el otro, un resorte calibrado, de manera que la válvula se abre si es mayor la presión del agua, permitiendo la salida de una parte del caudal, lo que provoca una disminución de la presión.
  - **Flotador:** Corta el paso de agua cuando su nivel ha alcanzado una determinada altura.



Figura 3.78. Esquema de válvula de seguridad de flotador<sup>65</sup>

- **Bola:** su sistema de funcionamiento es idéntico a la de flotador.

<sup>64</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 163.

<sup>65</sup> FERRANDO PÉREZ, R. JIMÉNEZ MARTORELL, P. (2005) “*Ciclo Formativo Montaje...*”, p. 85.

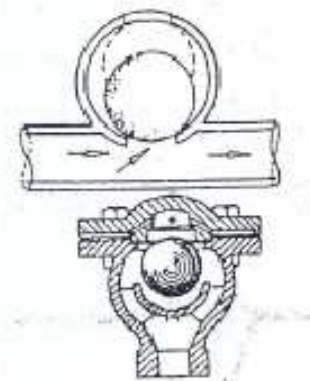


Figura 3.79. Esquema válvula de seguridad de bola<sup>66</sup>

- **Filtro:** es un elemento al través compuesto por una materia porosa, como el fieltro, el papel, la esponja, el carbón, la piedra, etc., o masa de arena o piedras menudas a través de la cual se hace pasar un líquido para clarificarlo de los materiales que lleva en suspensión.

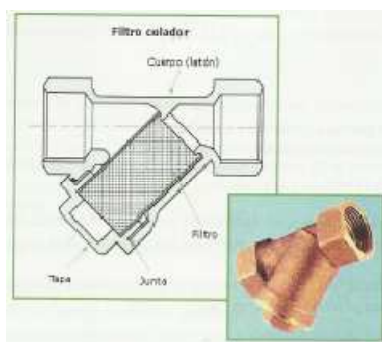


Figura 3.80. Esquema de un filtro<sup>67</sup>

- **Curva 90°:** Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.

### 1) Hembra



Figura 3.81. Curva 90° de acero, latón, cobre y acero inoxidable, respectivamente

<sup>66</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 60.

<sup>67</sup> SORIANO Rull, A. (2008) "Instalaciones de fontanería...", p. 166.



## 2) Macho



Figura 3.82. Curva de 90° macho de acero

## 3) Macho – hembra



Figura 3.83. Curva 90° de cobre, latón, acero y acero inoxidable, respectivamente.

- **Curva 45°:** Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.

## 1) Macho-hembra



Figura 3.84. Curva 45° macho – hembra de cobre, acero inoxidable y acero

## 2) Macho

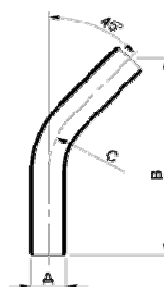


Figura 3.85. Esquema curva 45° macho

## 3) Hembra





Figura 3.86. Curva 45° hembra de cobre, acero inoxidable y acero

- **Codo:** Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.

### 1) Macho-hembra



Figura 3.87. Codo macho – hembra de cobre, latón, acero, PP, multicapa, PVC, PB y PE

### 2) Hembra



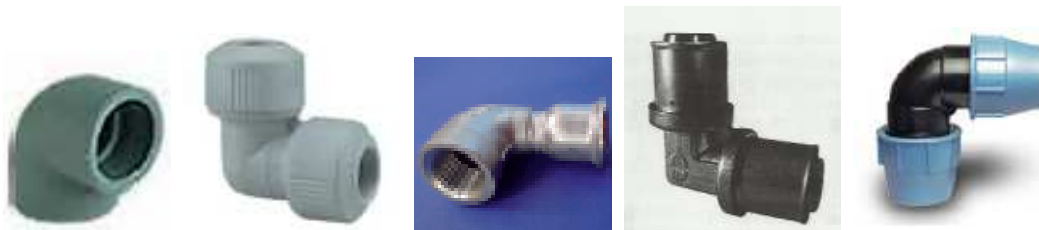


Figura 3.88. Codo hembra de cobre, latón, acero, PVC, PP, PB, acero inoxidable, multicapa y PE-X

### 3) Macho



Figura 3.89. Codo macho de PE y multicapa

### 4) Distribuidor



Figura 3.90. Codo distribuidor de latón, acero y PP

- **Manguito:** Tubo que sirve para sostener o empalmar dos piezas cilíndricas en una máquina.

#### 1) Interior



Figura 3.91. Manguito interior latón, acero, acero inoxidable, acero, multicapa y PE



## 2) Hembra



Figura 3.92. Maguito hembra de cobre, latón, acero, PVC, PP, PB, acero inoxidable, PE, multicapa, PE-X

## 3) Macho – hembra

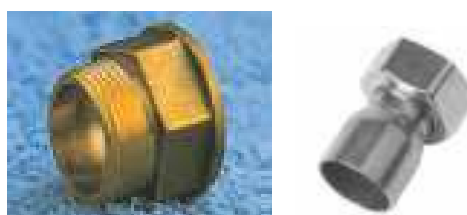


Figura 3.93. Manguito macho – hembra de latón y acero inoxidable

## 4) Reducción



Figura 3.94. Manguito reducción de cobre, latón, acero, PVC, PE, PP, PB, acero inoxidable, multicapa y PE-X

- T : ramal de derivación

## 1) Hembra



Figura 3.95. T hembra de cobre, latón, acero, PVC, PE, PP, multicapa, acero inoxidable, PB y PE-X

## 2) Reducida



Figura 3.96. T reducida de cobre, PE, PP, acero inoxidable, acero, multicapa, PB

## - Cruz

### 1) Hembra



Figura 3.97. Cruz hembra de cobre, latón, acero, PVC y PE

### 2) Distribuidor

- **Dilatadores:** los dilatadores y compensadores son empleados en tramos rectos de tuberías no superiores a 20 ó 25 m, para compensar la dilatación de las tuberías por efecto del calor.



Figura 3.98. Dilatador de cobre



Figura 3.99. Compensador

- **Tapón:** Pieza con que se tapan ciertos objetos, introduciéndola en el orificio por donde sale el líquido.

### 1) Macho



Figura 3.100. Tapón macho de latón y acero

### 2) Hembra



Figura 3.101. Tapón hembra de cobre, latón, acero, PVC y PP

- **Tuerca reducción:** Pieza con un hueco labrado en espiral que ajusta exactamente en el filete de un tornillo.



Figura 3.102. Tuerca de reducción de latón y acero

- **Tuerca loca**





Figura 3.103. Tuerca loca de cobre

- **Puntos de toma (grifos):** Llave de metal colocada en la boca de las cañerías y en calderas y en otros depósitos de líquidos a fin de regular el paso de estos. Estos grifos son de un solo mando, el cual da paso tanto al agua caliente como al agua fría. El sistema de apertura es de palanca, que se levanta hacia arriba para abrir el agua. Se elige el agua moviendo la palanca hacia la izquierda o hacia la derecha, si se quiere agua templada se deja en el centro. Podemos hacer dos clasificaciones, la primera de ellas según el tipo de grifo:

- 1) **Individuales:** Se trata de grifos «de una sola agua», es decir, si queremos tener agua fría y caliente se deben instalar dos grifos diferentes con sus respectivos caños, permitiendo el paso del agua sólo fría o sólo caliente. Este tipo de grifos se utiliza muy poco en la actualidad.



Figura 3.104. Grifo individual<sup>68</sup>

- 2) **Mezcladores:** Se utilizan dos llaves de paso separadas y, mediante tuberías, generalmente ocultas o incluidas en el bloque de la grifería, las salidas se unen en un solo caño, donde se mezclan caliente y fría. Este tipo de grifos se colocan en bañeras y duchas.

<sup>68</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 175.





Figura 3.105. Grifo mezclador<sup>69</sup>

- 3) **Monomandos:** Estos grifos son de un solo mando, el cual da paso tanto al agua caliente como al agua fría. El sistema de apertura es de palanca, que se levanta hacia arriba para abrir el agua. Se elige el agua moviendo la palanca hacia la izquierda o hacia la derecha. Este tipo de grifo es el que más se instala en la actualidad en lavabos, bidés, fregaderos, bañeras y duchas.

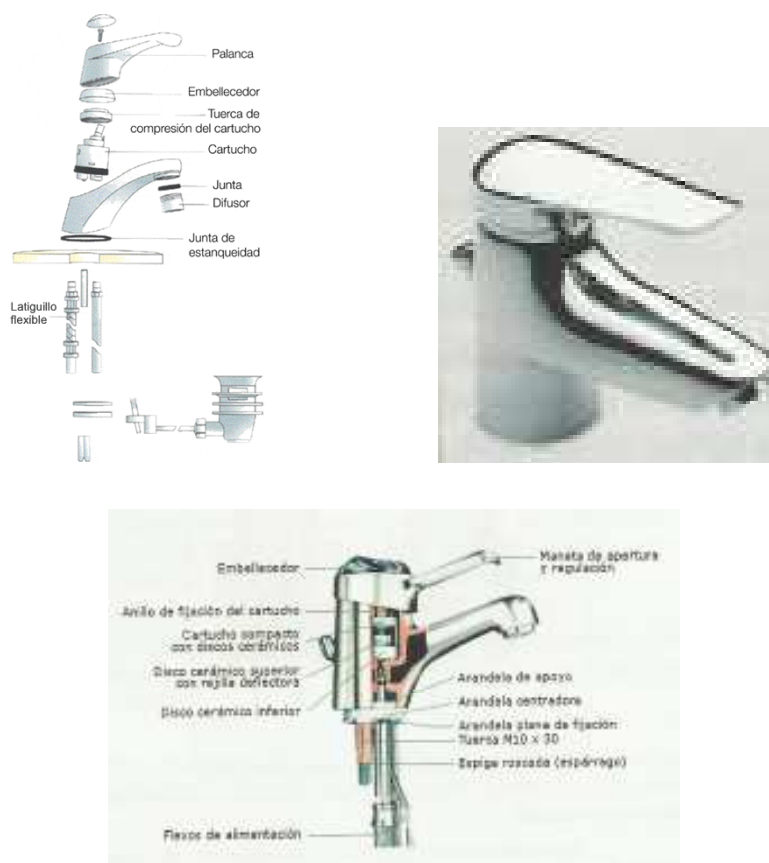


Figura 3.106. Grifo monomando<sup>70</sup>

<sup>69</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 168

<sup>70</sup> Idem, pp. 169-170, 175



- 4) **Termoestáticos:** Este tipo de grifo permite regular el caudal del agua según convenga; otro mando auxiliar permite además seleccionar la temperatura. Se suelen instalar sólo en bañeras y duchas.



Figura 3.107. Grifo termoestático<sup>71</sup>

- 5) **Temporizados:** se utilizan para optimizar el consumo de agua en locales públicos. El funcionamiento está basado en una diferencia de presiones. Suelen suministrar poco caudal.

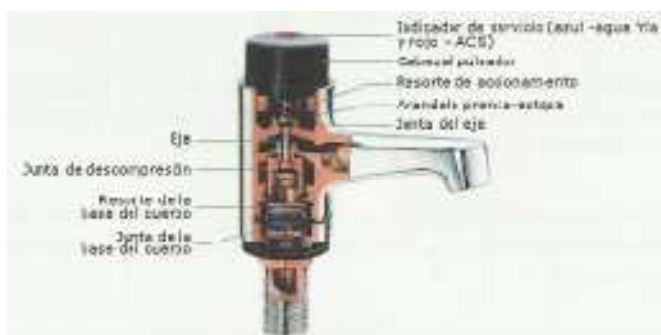


Figura 3.108. Grifo temporizado<sup>72</sup>

- 6) **Electrónicos:** son grifos que funcionan automáticamente ante la detección de movimiento, sonidos o simplemente la proximidad del usuario, y se cierran cuando el usuario se aleja o ausenta. Los componentes electrónicos pueden estar integrados en la propia grifería o exteriores a ella.



Figura 3.109. Grifo electrónico<sup>73</sup>

<sup>71</sup> SORIANO Rull, A. (2008) "*Instalaciones de fontanería...*", pp. 171, 175

<sup>72</sup> Idem, pp. 172, 175

<sup>73</sup> Idem, p. 175



Y la segunda clasificación es según el lugar dónde se vaya a colocar:

### 1) Lavabo



Figura 3.110. Grifo para lavabo<sup>74</sup>

### 2) Fregadera



Figura 3.111. Grifo para fregadera<sup>75</sup>

### 3) Ducha



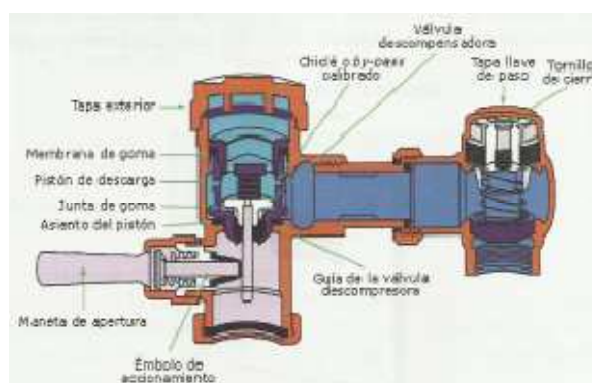
Figura 3.112. Grifo para ducha<sup>76</sup>

<sup>74</sup>Catálogo de Producto. ROCA.

<sup>75</sup>Idem

<sup>76</sup>Idem

- **Fluxor:** Se denomina fluxor o *válvula de descarga* a un grifo de cierre automático capaz de brindar un gran caudal de agua en corto espacio de tiempo, que puede ser variado mediante un tornillo de regulación y que se emplea en inodoros, urinarios y vertederos. Necesita un caudal de agua muy elevado así como una presión residual del agua a la entrada del aparato, también muy elevada, en comparación con el resto de aparatos.

Figura 3.113. Estructura interna de fluxor de inodoro<sup>77</sup>

Existen dos tipos:

## 1) Temporizado

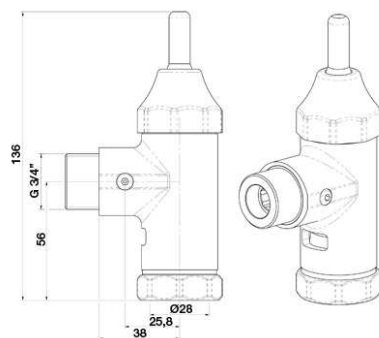


Figura 3.114. Esquema de fluxor temporizado<sup>79</sup>



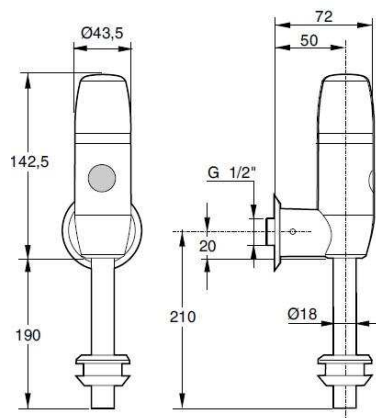
Figura 3.115. Imagen fluxor temporizado<sup>78</sup>

## 2) Electrónico

<sup>77</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 174

<sup>78</sup> Catálogo de Producto. ROCA.

79 Idem



DIMENSIONES EN mm



Figura 3.116. Esquema de fluxor electrónico<sup>81</sup>

Figura 3.117. Imagen fluxor electrónico<sup>80</sup>

- **Abrazaderas:** Anillo que abraza cualquier pieza circular de una máquina para sujetarla. El diámetro de las mismas, dependerá del diámetro de la tubería que se quiera fijar.

### 1) Metal



Figura 3.118. Abrazaderas de metal

### 2) Plástico



Figura 3.119. Abrazadera de plástico

<sup>80</sup> Catálogo de Producto. ROCA.

<sup>81</sup> Idem



### 3) Dobles



Figura 3.120. Abrazadera doble de metal



Figura 3.121. Abrazadera doble de plástico

- **Latiguillo:** Tubo delgado y flexible que comunica dos conductos.



Figura 3.122. Latiguillo

#### 3.2.3.3. Uniones

El tipo de uniones que se pueden realizar en las instalaciones de suministro de agua, va a depender del tipo de material que se haya colocado en las tuberías de la instalación. Por lo tanto, para se hace una clasificación en función del tipo de material:

- Tubería de acero galvanizado: la unión en este tipo de material se hará mediante **unión roscada**, para ello existen gran variedad de accesorios, visto en el apartado anterior.  
En los extremos de los tubos cortados a medida se colocarán las roscas mediante terrajas, se engrasan las mismas y se cortan con una longitud aproximada de 35 mm. Para que la unión roscada entre 2 piezas sea estanca, se ha de aplicar estopa o teflón sobre la rosca macho antes de unir las. Se debe





evitar que el exterior de la tubería esté en contacto con yeso, escayola, arena o escorias, ya que se podría producir corrosión. Debe evitarse también intercalar tuberías de cobre en tuberías de acero, ya que el cobre puede causar la corrosión del acero (corrosión electroquímica).



Figura 3.123. Unión roscada en tubería de acero galvanizado<sup>82</sup>

- Tubería de cobre: para este tipo de tubería en las instalaciones de suministro de agua, podemos encontrar dos tipos de uniones:

1) **Soldadura:** en este caso la soldadura del cobre con sus accesorios será por:

- **Soldadura blanda:** La soldadura blanda por capilaridad es la forma de unión más extendida para este tipo de instalaciones con tubo de cobre. La soldadura blanda por capilaridad consiste en rellenar de estaño-plata el espacio entre las superficies a unir. Al aportar calor con el soplete sobre la unión, el estaño-plata se funde a una temperatura por debajo de los 450 °C. En

<sup>82</sup> SORIANO Rull, A. (2008) “*Instalaciones de fontanería...*”, p. 131.

estado líquido y por el efecto de capilaridad penetra y rellena la junta de soldadura. Al enfriar el estaño plata se solidifica quedando unidas las piezas. En este proceso lo primero que tenemos que hacer es cortar los tubos y limpiar sus rebabas con lana de acero, colocar la pasta de soldar (flux) para facilitar la unión, e introducir bien las piezas a soldar; se calientan las piezas con el soplete y a continuación se aplica el estaño.



Figura 3.124. Imagen de una soldadura blanda de cobre con estaño

- **Soldadura fuerte:** La soldadura fuerte da una mayor resistencia mecánica a la unión. Por ello, no suele aplicarse en instalaciones de suministro de agua en edificación, pero en el caso que se utilice, se debe asegurar que las varillas utilizadas para la soldadura son aptas y no contienen productos tóxicos. En la soldadura fuerte de cobre no se utiliza estaño plata sino varillas compuestas por aleaciones de cobre (Cu), plata (Ag) y en algunos casos fósforo (P). En este proceso de unión se calienta la varilla de plata y se aplica un decapante en forma de polvo o pasta; a continuación se calienta el cobre y cuando el decapante se ha vuelto transparente se aplica la varilla que se funde con el cobre.



Figura 3.125. Proceso de soldadura fuerte de cobre con varillas de plata<sup>83</sup>

<sup>83</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell...", p. 16.



- 2) **Presión (push-fit):** Este sistema está basado en la unión de elementos de cobre sin la necesidad de soldadura, por lo que es un sistema de fácil montaje, rápido y seguro, aunque no es desmontable. Todos los accesorios para estas instalaciones se pueden encontrar más detallados en el Anexo.

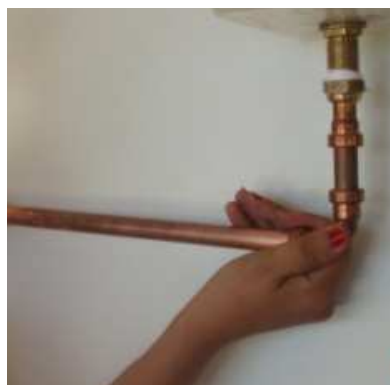


Figura 3.126. Montaje de tubería de cobre mediante unión push-fit

- Tubería de acero inoxidable.

Uno de los sistemas de unión para las tuberías de acero inoxidable es el sistema a presión mediante **pressfitting**. Este sistema permite de un modo fácil y rápido, realizar instalaciones sin roscas y sin soldaduras, y con ahorro de tiempo y mano de obra. El tubo es introducido en el accesorio y se prensa con una mordaza, la unión es inseparable.



Figura 3.127. Proceso de unión del acero inoxidable mediante pressfitting<sup>84</sup>

<sup>84</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell...", p. 5.



También pueden utilizarse la **soldadura** en el acero inoxidable pero este proceso es más complejo que la soldadura de cobre y dependerá del tipo de acero inoxidable que se desee soldar (austenítico, ferrítico, dúplex, martensíticos o endurecibles)



Figura 3.128. Proceso de soldadura para la unión de tuberías de acero inoxidable.

- Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U): este tipo de tuberías pueden unirse con sus correspondientes accesorios mediante dos sistemas:
  - 1) **Soldadura fría con adhesivo con disolvente:** los accesorios de unión con la tubería deberán ser del mismo material que la misma, y el procedimiento de unión será el siguiente: una vez cortada la tubería, se limpiará y lijara tanto la tubería como el accesorio para eliminar cualquier tipo de resto que pueda quedar, se aplica el adhesivo con un pincel, teniendo en cuenta que se quede lo más uniforme posible, una vez realizado esto, deberá dejar que adhiera unos 10-15 minutos.



Figura 3.129. Montaje de tuberías PVC-U, mediante adhesivo

- 2) **Junta de goma:** el procedimiento de unión en este caso será por **presión** o por **rosca**. Se coloca una junta de goma en el accesorio





especial para la junta que se quiere unir y se introduce con este en la tubería.



Figura 3.130. Tubería PVC-U para la unión con junta de goma por presión



Figura 3.131. Tubería PVC-U para la unión con junta de goma por rosca

- Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC-C): las uniones en la tubería de PVC-C, serán idénticas que para la tuberías de PVC-U, pero además, en éstas se podrán hacer uniones **soldadas-rosCADas**, con accesorios especiales para esto.



Figura 3.132. Acceso para unión soldada-roscada en tubería de PVC-C

- Tubería de polietileno (PE): La unión con accesorios a **presión** se realiza a mano, no requiere herramientas especiales. Los accesorios son de polietileno o latón. Estos últimos tienen mayor resistencia mecánica que los de polietileno, por ello ofrecen mayor seguridad contra rotura y fugas. En el proceso de montaje de estas instalaciones el tubo de PE se corta con las tijeras para plástico o la sierra de arco, en segundo se afloja la pieza roscada del accesorio y se introduce el tubo hasta llegar al tope. A continuación se enrosca el accesorio hasta quedar fuertemente apretado sobre el tubo. Los accesorios pueden ser montados y desmontados tantas veces como sea necesario.



Figura 3.133. Montaje de tubería de polietileno con accesorios de polietileno a presión<sup>85</sup>



Figura 3.134. Montaje de tubería de polietileno con accesorios de latón a presión

<sup>85</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) “*Nuevo manual de instalaciones...*”, p. 167.



- Tubería de polietileno reticulado (PE-X): para este tipo de tubería se pueden emplear dos sistemas de unión a **presión** diferentes:

- 1) **Sistema Barbi:** los accesorios a utilizar en este sistema pueden ser de latón, donde el proceso para estos accesorios es el siguiente: en primer lugar se hace pasar el casquillo sobre el tubo, se introduce la embocadura del accesorio en el tubo y por último se presiona el casquillo sobre la embocadura del accesorio utilizando una prensa. Los otros accesorios son IXPRESS, que no precisan prensa de montaje, pero sí un calibrador especial IXPRESS.



Figura 3.135. Sistema de montaje de la unión con sistema Barbi a presión en tuberías PE-X con accesorios de latón<sup>86</sup>



Figura 3.136. Sistema de montaje de la unión con sistema Barbi a presión en tuberías PE-X con accesorios IXPRESS<sup>87</sup>

- 2) **Sistema UPONOR-PEX:** en este caso los accesorios a utilizar pueden ser de latón o de PE-X, en ambos casos, y siendo el proceso de montaje el siguiente:

<sup>86</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora...", p. 29

<sup>87</sup> Idem, p. 30










			
Cortar el tubo con la tijera.	Colocar anillo sobre el tubo, dejándolo sobresalir ligeramente.	Expandir el tubo.	Fijar el tubo expandido sobre el accesorio.
		Mantener el tubo apretado a tope contra el accesorio durante 3 segundos (tiempo de contracción de la unión).	

Figura 3.137. Proceso de montaje con sistema UPONOR-PEX<sup>88</sup>

- Tubería de polibutileno (PB): la unión con este tipo de tubería se hará a **presión** utilizando tanto accesorios de PB como metálicos. En ambos casos el montaje puede realizarse a mano, no siendo necesaria la utilización de ningún tipo de herramienta especial. Para el montaje debemos asegurarnos que el corte de la tubería es recto y que no quedan rebabas, y se introduce el tubo en el accesorio, asegurándonos de que el tubo llega hasta el fondo del accesorio; finalmente tiramos del mismo para asegurarnos que el montaje ha sido correcto.



Figura 3.138. Montaje de tubería de polibutileno

- Tubería de polipropileno (PP): la unión entre tubos y accesorios es por soldadura del plástico, es decir, **termofusión**, aunque también se puede realizar con **uniones roscadas** (pressfitting).

<sup>88</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora...", p. 32



1) **Termofusión:** en este caso la soldadura puede ser:

- **Soldadura por termofusión** con el empleo de un polifusor: se calienta tubo y accesorio mediante el empleo de una resistencia eléctrica externa ejecutando el montaje una vez calentados los mismos.

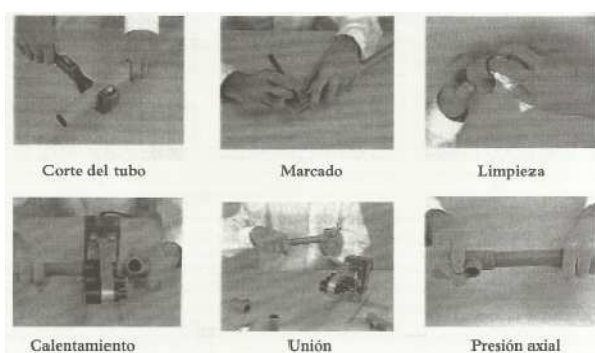


Figura 3.139. Proceso de soldadura por termofusión en tubería de PP<sup>89</sup>

- **Soldadura por electrofusión** utilizando manguitos electrosoldables: primero se introduce el tubo en el manguito de electrofusión, que ya lleva insertada una resistencia eléctrica, y posteriormente se hace circular una corriente eléctrica a través de esta resistencia, lo que genera el calor suficiente como para realizar la soldadura.

2) **Unión roscada:** Se realiza con una herramienta llamada terraja la cual desbasta y talla una rosca en el caño, con que se roscan las conexiones (**Fitting**) de PP. Para este proceso en primer lugar se corta el tubo evitando dejar rebabas, y se procede a realizar la roca limpiando residuos cada  $\frac{3}{4}$  de vuelta, se limpia la rosca con un trapo y se aplica un sellador para garantizar la unión con el accesorio de PP.



Figura 3.140. Montaje de la unión roscada de tubería de PP con accesorio PP<sup>90</sup>

<sup>89</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) “Nuevo manual de instalaciones...”, p. 174.

<sup>90</sup> Manual POLIMEX



- Tubería multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT): para la unión de este tipo de tubería con los accesorios se puede realizar por el **sistema Barbi**, eligiendo entre uno de estos dos métodos del mismo:

- 1) **Gladiator**: la unión de con los accesorios de latón será por **presión** mediante casquillos y con la ayuda de una prensa para colocar estos.

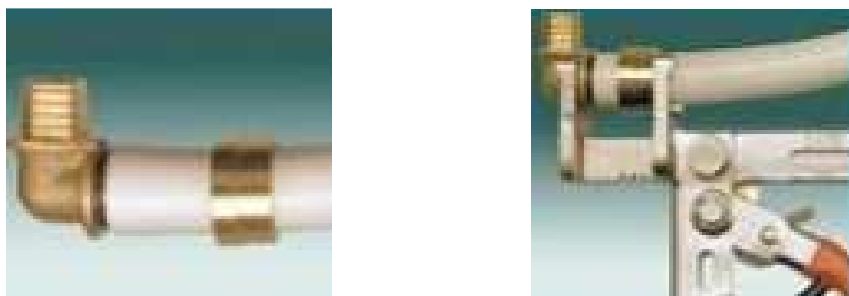


Figura 3.141. Montaje de accesorios por presión mediante el sistema Barbi Gladiator para tuberías multicapa PE-RT<sup>91</sup>

- 2) **Multipex**: en este caso el sistema de unión con los accesorios, que serán metálicos, será a presión mediante **pressfitting**. Para el proceso de unión necesitamos calibrar la tubería y con una prensa manual o eléctrica se presiona el accesorio uniéndolo al tubo.



Figura 3.142. Montaje de la tubería multicapa PE-RT, mediante el sistema de unión Barbi Multipex<sup>92</sup>

- Tubería multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X): para este tipo de instalación la unión con sus accesorios será por **presión**. Los accesorios disponen de un anillo de plástico de color que identifica su diámetro. El procedimiento es el mismo que ya explicado en otras tuberías: una vez

<sup>91</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell...", p. 34.

<sup>92</sup> Idem, p. 35.

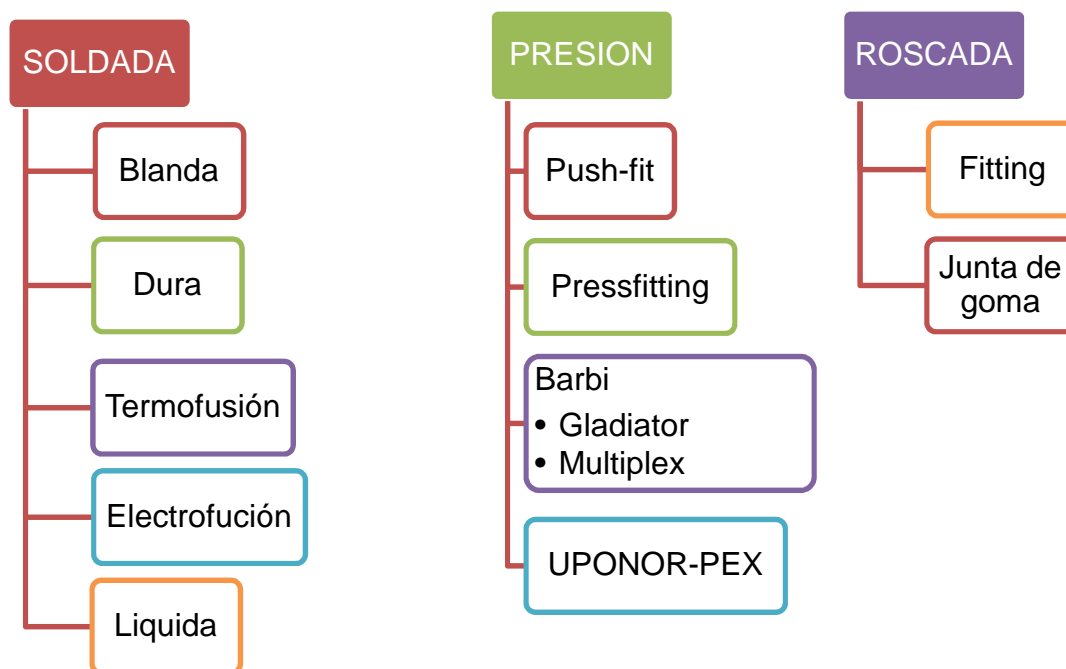


cortado el tubo y calibrado, se introduce el accesorio en el mismo y se prensa con la mordaza.



Figura 3.143. Prensado de la tubería multicapa PE-X en la unión con sus accesorios<sup>93</sup>

Como resumen se establece el siguiente esquema de la clasificación de las uniones:



#### 3.2.3.4. Simbología

Para la realización y trazado de planos de las instalaciones de suministro de agua fría, es necesario el conocimiento de la simbología que los representa, para

<sup>93</sup> POSADA, P. (2013) "PCPI IES Aurora Picornell...", p. 36.



ello se muestra un cuadro donde se representan los principales elementos, teniendo en cuenta la aplicación del CTE, el cual se puede encontrar en el DB-HS 4 (página HS4-33):

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ALJIBE DE RESERVA		LLAVE DE TOMA EN CARGA
	ALTERNADOR DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS		LLAVE DE COMPUERTA
	BOMBA		LLAVE DE BOLA O DE ACCIONAMIENTO RÁPIDO
	CODO CON VUELTA HACIA ARRIBA		LLAVE DE PASO CON DESAGUE O GRIFO DE VACIADO
	CODO CON VUELTA HACIA ABAJO		LLAVE DE ASIENTO DE PASO RECTO
	COLECTOR		LLAVE DE ASIENTO DE PASO INCLINADO
	COLLARÍN DE TOMA		LLAVE DE PASO CON GRIFO DE VACIADO Y DISPOSITIVO ANTIRRETORNO
	CONECTOR FLEXIBLE		MANÓMETRO
	CONTADOR GENERAL		MANÓMETRO Y PRESOSTATO
	CONTADOR DIVISIONARIO		PRESOSTATO
	DEPÓSITO ACUMULADOR		TUBO DE RESERVA PARA LÍNEA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO
	DEPÓSITO DE PRESIÓN		VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL
	DISPOSITIVO ANTIARLETE		VÁLVULA DE SEGURIDAD DE ESCAPE CONDUCCION
	DILATADOR EN LÍNEA		VÁLVULA DE SEGURIDAD DE ESCAPE LIBRE
	DESAGUE EN ARQUETA O ARMARIO		VÁLVULA PILOTADA
	FILTRO		VÁLVULA ANTIRETORNO
	FLUXOR		VÁLVULA DE DOS VÍAS MOTORIZADA
	GRIFO DE AGUA FRÍA		VÁLVULA DE TRES VÍAS MOTORIZADA
	GRIFO DE AGUA FRÍA TEMPORIZADO		VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN
	GRIFO HIDROMEZCLADOR MANUAL		VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN
	GRIFO HIDROMEZCLADOR AUTOMÁTICO		VÁLVULA DE VENTOSA
	GRIFO ELECTRÓNICO		TUBERÍA DE IDA O IMPULSIÓN DE A.F.
	GRIFO DE COMPROBACIÓN		TUBERÍA DE IDA O IMPULSIÓN DE A.C.S.
	PURGADOR		TUBERÍA DE RETORNO O RECIRCULACIÓN DE A.C.S.
	TERMÓMETRO		TÉ CON SALIDA HACIA ARRIBA
	LÍNEA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO		TÉ CON SALIDA HACIA ABAJO
	PASATUBOS		



### 3.3. INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE AGUAS

#### 3.3.1. Instalaciones de evacuación de aguas residuales

##### 3.3.1.1. Descripción de la instalación

A continuación se procede a explicar la red de evacuación de aguas residuales, atendiendo, como ya se ha mencionado, al DB-HS 5 (CTE), la cual, a su vez, se puede dividir en dos grupos fundamentales: red de evacuación y red de ventilación.

- **Red de evacuación:** La finalidad de una red de evacuación es la de conducir hacia el exterior del edificio las aguas usadas y fecales sin causar molestias, por humedades, ruidos o malos olores, a los ocupantes del edificio. Esta tarea debe hacerse de la forma más rápida posible, para garantizar que las aguas lleguen “frescas” a la estación depuradora o a la red de alcantarillado público, evitando que el ciclo de descomposición y mineralización de los vertidos comiencen en el interior del mismo, es decir, el cometido de toda red de saneamiento es trasladar las aguas residuales hasta un lugar donde se vaya a efectuar la depuración.

Los principales componentes de la red de evacuación de aguas residuales son los siguientes:

- 1) **Cierres hidráulicos:** es un dispositivo que funciona como un sello líquido, para lo cual retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire fétido desde la red de evacuación a los locales donde están instalados los aparatos sanitarios, sin afectar el flujo del agua a través de él. Será autolimpiables. El interior no debe retener partículas sólidas. La limpieza de los mismos debe ser de fácil acceso. Su altura estará comprendida entre 50 mm y 100 mm. Debe reducirse al máximo la distancia entre desagüe, el cierre y los aparatos. No se colocarán en serie. Dará servicio solamente a los aparatos del local húmedo donde esté instalado. En fregaderos, lavaderos, lavadoras y lavavajillas se colocará sifón individual. Pueden ser:
  - **Sifones individuales:** tubo doblemente acodado en que el agua detenida dentro de él impide la salida de los gases de las cañerías al exterior.



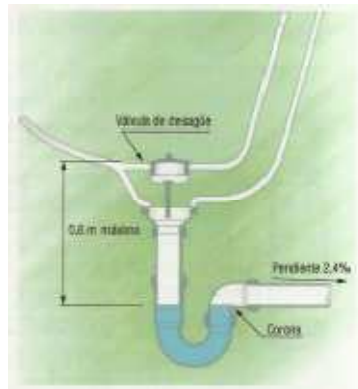


Figura 3.144. Esquema sifón individual<sup>94</sup>



Figura 3.145. Imagen de sifón individual

Los sifones individuales se pueden clasificar en dos grupos:

- Según su salida<sup>95</sup>:
  - ❖ Tipo P: salida vertical y enlace horizontal
  - ❖ Tipo S: salida y enlace vertical
  - ❖ Tipo Q: salida vertical y enlace inclinado
  - ❖ Tipo Y: salida horizontal y enlace inclinado
  - ❖ Tipo U: salida y enlace horizontal

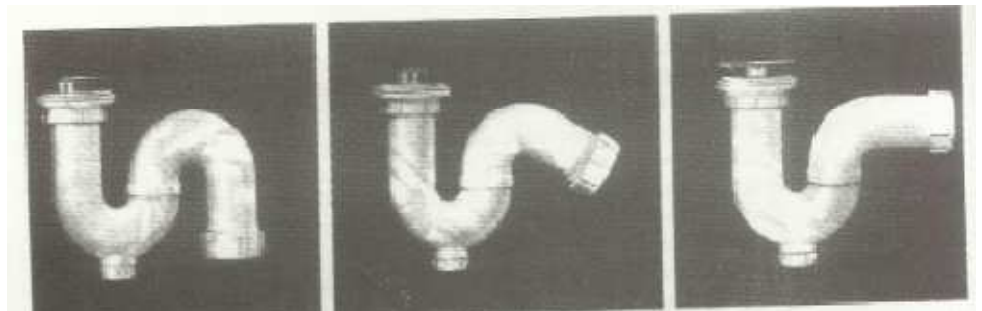


Figura 3.146. Sifones individuales tipo S, Q y P, respectivamente<sup>96</sup>

- Según el número de desagües a los que sirva

<sup>94</sup> SORIANO RULL, A. (2007) "Evacuación de aguas residuales en edificios". Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas, p. 76.

<sup>95</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones..."

<sup>96</sup> Idem, p. 336.



Figura 3.147. Sifón doble<sup>97</sup>



Figura 3.148. Sifón sencillo<sup>98</sup>

- **Botes sifónicos:** Pequeño recipiente situado bajo el suelo al que concurren varios ramales de desagües de aparatos y está conectado al bajante o manguetón.

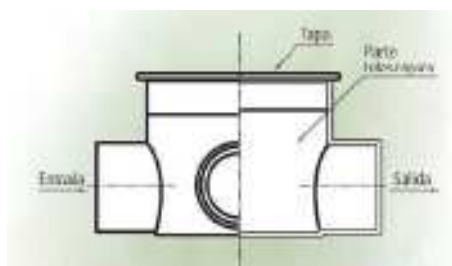


Figura 3.149. Esquema bote sifónico<sup>99</sup>



Figura 3.150. Imagen bote sifónico

- **Sumideros sifónicos:** elementos de evacuación que impide la salida de malos olores al exterior. Entre sus aplicaciones se encuentra la evacuación de cuartos húmedos, pequeños garajes, y aguas pluviales de suelos, terrazas y patios.

<sup>97</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.

<sup>98</sup> Idem

<sup>99</sup> Idem

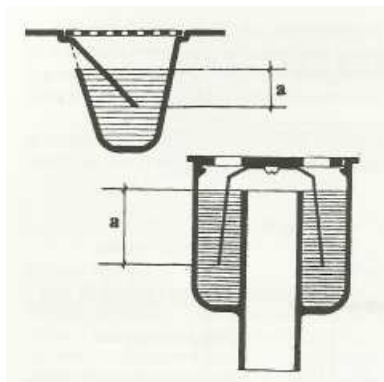


Figura 3.151. Esquema sumidero sifónico<sup>100</sup>



Figura 3.152. Imagen sumidero sifónico<sup>101</sup>

- **Arquetas sifónicas:** con las arquetas sifónicas conseguimos que los olores no traspasen la arqueta, de esta manera se consigue que no se produzcan emanaciones de olores hacia arriba de estas.

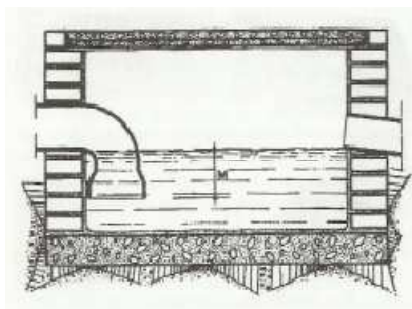


Figura 3.153. Esquema de arqueta sifónica<sup>102</sup>

- 2) Redes de pequeña evacuación:** es la parte de la red de evacuación que conduce los residuos desde los cierres hidráulicos, excepto de los inodoros, hasta las bajantes. El trazado debe ser sencillo y sin cambios bruscos. Deben conectarse a la bajante y cuando no fuera posible al manguetón, con una inclinación  $\geq$  a  $45^\circ$ . Se colocará un rebosadero en lavabos, bidés, bañeras y fregaderos. Cuando se utilice sifones individuales, los ramales de desagüe se unirán en un tubo de derivación y éste a la bajante o manguetón cuando no fuera posible. Las distancias para la conexión serán:

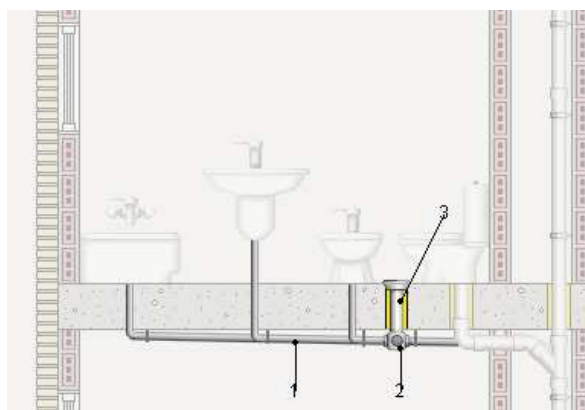
<sup>100</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 337.

<sup>101</sup> Catálogo Técnico URALITA. Soluciones para la edificación. Adequa Uralita

<sup>102</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 339.



- Del bote sifónico a la bajante:  $\leq 2$  m
- Derivación al bote sifónico:  $\leq 2,50$  m y pendiente 2-4%
- Fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés con sifón individual la distancia a la bajante:  $\leq 4$  m y pendiente 2,50-5%
- Bañeras y duchas: pendiente  $\leq 10\%$
- Conexión del inodoro a la bajante se realizará directamente o mediante un manguetón  $\leq 1$  m.



1. Colector colgado
2. Salida del bote sifónico
3. Bote sifónico bajo forjado

Figura 3.154. Esquema de red de pequeña evacuación en baño<sup>103</sup>

**3) Bajantes:** canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en cubierta y los canalones y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector suspendido. Se colocarán sin retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura a excepción de que se debe aumentar el mismo en el sentido de la corriente, pero nunca disminuir.

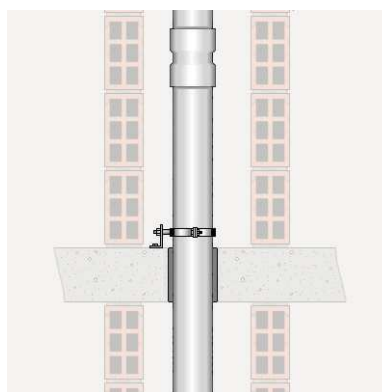


Figura 3.155. Esquema de bajante<sup>104</sup>

<sup>103</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>104</sup> Idem



4) **Colectores:** Canal o conducto horizontal con cierta pendiente que recibe la descarga de los bajantes de aguas residuales y la conduce al tubo de acometida a la red pública. Pueden ser:

- **Colectores colgados:** la conexión de éstos con las bajantes se realizará con piezas especiales. Tendrá una pendiente mínima de 1%. Se colocarán registros con piezas especiales cada 15 metros. No acometerán en un mismo punto dos o más colectores.

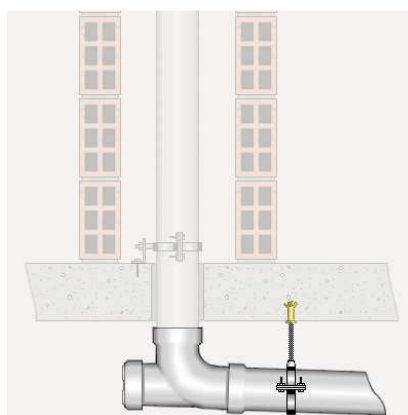


Figura 3.156. Esquema colector colgado<sup>105</sup>

- **Colectores enterrados:** se dispondrán en zanjas situadas por debajo del agua potable y con una pendiente como mínimo de 2%. La conexión entre la bajante y éstos se hará mediante una arqueta a pie de bajante que no será sifónica. En tramos mayores a 15 metros se colocarán registros.

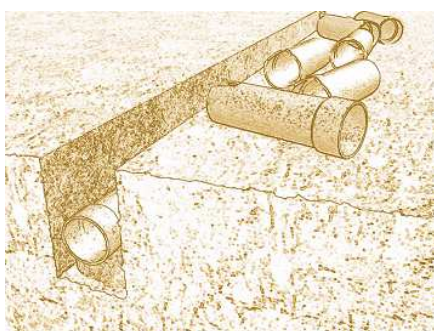


Figura 3.157. Esquema de colector enterrado<sup>106</sup>



Figura 3.158. Imagen de colector enterrado

<sup>105</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>106</sup> Idem



**5) Elementos de conexión:** los elementos de conexión serán los encargados de conectar las redes horizontales y las verticales. Estos se harán mediante arquetas. Se colocarán arquetas a pie de bajante al final de ésta. A las arquetas solamente llegarán tres colectores. Serán registrables y con tapa accesible. Al final de la instalación y antes de la acometida se colocará un pozo general del edificio. Se construyen de ladrillo, revocadas y fratasadas interiormente con mortero de cemento; también pueden ser prefabricadas en hormigón o en materiales plásticos. Existen diferentes tipos de arquetas:

- **A pie de bajante:** se colocan al pie de las bajantes de aguas pluviales y fecales para poder registrar el tramo de tubería en ángulo recto o codo que entronca con la red horizontal.

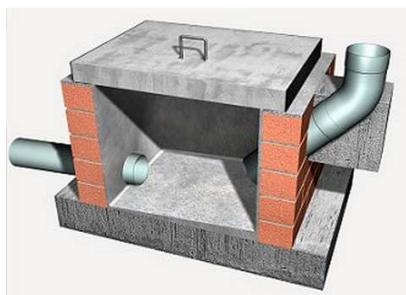


Figura 3.159. Esquema de arqueta a pie de bajante in situ<sup>107</sup>

- **De paso:** se utilizan para conectar dos conductos; sobre todo cuando los ejes forman un ángulo para el que no existen piezas curvadas normalizadas. Además permiten registrar los puntos de críticos de la red, donde es más probable que se produzcan atascos.

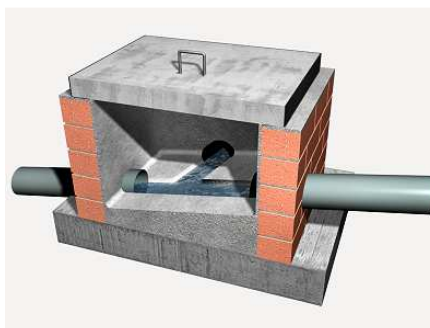


Figura 3.160. Esquema de arqueta de paso in situ<sup>108</sup>

<sup>107</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>108</sup> Idem





- **Sumidero:** son las que incorporan una rejilla para recoger las aguas superficiales en pavimentos exteriores.

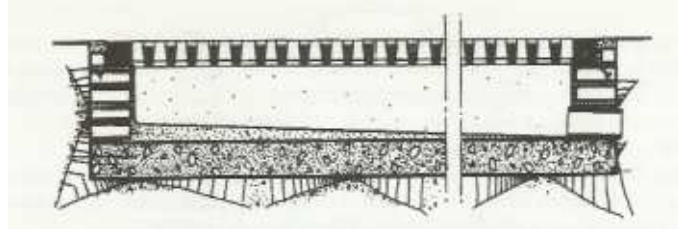


Figura 3.161. Esquema de arqueta sumidero<sup>109</sup>

- **Sifónica:** se colocan antes de las conexiones con la red general, para evitar malos olores en la red privada.

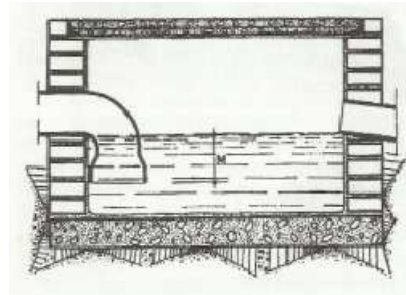


Figura 3.162. Esquema de arqueta sifónica prefabricada de hormigón<sup>110</sup>

- **Pozos:** existen dos tipos:
  - **De registro:** conectan la red de la edificación con la red urbana.



Figura 3.163. Esquema de pozo de registro<sup>111</sup>

<sup>109</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) “Nuevo manual de instalaciones...”, p. 339.

<sup>110</sup> Idem.

<sup>111</sup> Idem, p. 341

- **De resalto:** sirven para compensar los desniveles entre la red de la edificación y la red urbana.

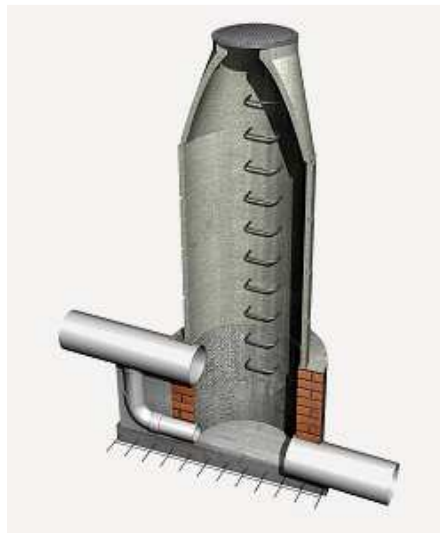


Figura 3.164. Esquema de pozo de resalto<sup>112</sup>

- **Separadoras de grasas:** se sitúan antes de la conexión con la red general para evitar verter productos grasos. Cuenta con dos compartimentos conectados bajo la cota hidráulica de salida, de forma que las grasas, más ligeras que el agua, quedan retenidas en el primero de ellos. Se debe limpiar su interior periódicamente.

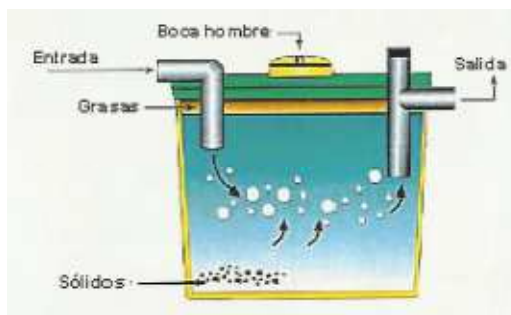


Figura 3.165. Esquema de arqueta separadora de grasas<sup>113</sup>

- 6) Sistemas de bombeo y elevación:** se colocarán cuando la cota del punto de la acometida se encuentre por encima de la red interior de la edificación. Solamente será para aguas residuales, salvo patios interiores o rampas de garajes. Se dispondrá de dos bombas en el caso de que exista una avería en una de ellas, y se protegerán contra

<sup>112</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>113</sup> SORIANO RULL, A. (2007) "Evacuación de aguas residuales...", p. 82.

[illegible]

Página | 105



Figura 3.168. Esquema de acometida de saneamiento en edificación<sup>116</sup>

- **Arqueta interior sifónica:** la acometida a la red pública deberá realizarse siempre a través de una arqueta sifónica colocada dentro del límite de la edificación, nunca en zona pública. Aquí se enlazarán la red interior del edificio con el entronque a la red pública. Será registrable para su mantenimiento.
  - **Tubería de entronque:** es el tramo de tubería que va desde el límite de la edificación hasta la red pública de alcantarillado.
  - **Pozo de registro.**
- **Red de ventilación:** los cierres hidráulicos provocan lo que se llama el efecto “pistón”, es decir, las aguas en su descenso van precedidas por una sobrepresión en la bajante seguidas de una depresión tras su paso y ello puede afectar a éstos de dos formas: las sobrepresiones mueven los cierres hidráulicos impulsándolos hacia el interior e introducen, como consecuencia del desplazamiento, o mediante burbujas, gases en los aparatos; y las depresiones succionan el agua de los cierres hidráulicos destruyéndolos. Para evitar esto, se instalan los sistemas de ventilación, que consiste en comunicar la bajante con el aire exterior.

<sup>116</sup> SORIANO RULL, A. (2007) “Evacuación de aguas residuales...”, p. 20.

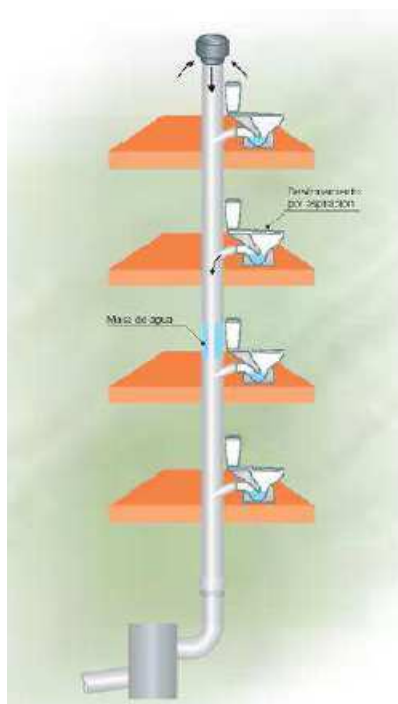


Figura 3.169. Esquema de sistema de ventilación en edificio<sup>117</sup>

Se pueden distinguir tres tipos de ventilación:

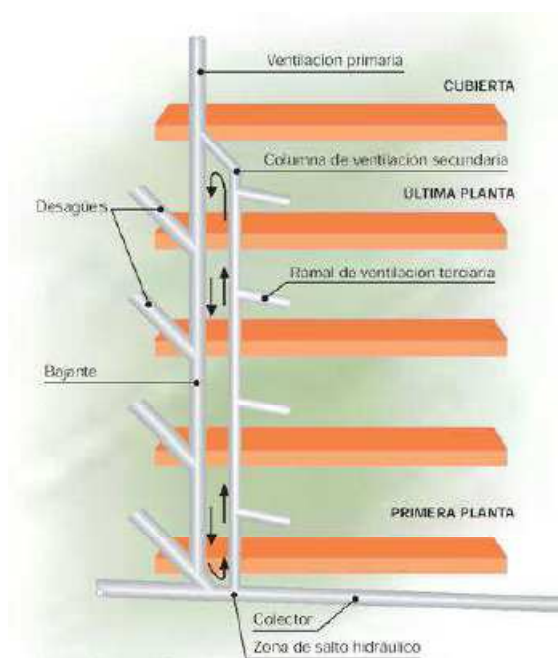


Figura 3.170. Esquema de la ventilación primaria, secundaria y terciaria en edificios<sup>118</sup>

<sup>117</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.

<sup>118</sup> Idem



**1) Ventilación primaria:** para edificios de menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la bajante está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 metros. Se prolongarán por encima de la cubierta 1,30 m si no es transitable y 2 m si lo es, además de estar separada 6 m de cualquier toma de aire sobrepasándola. La salida debe estar protegida contra la entrada de cuerpos extraños y su diseño será de tal manera que el viento favorezca la impulsión de los gases.

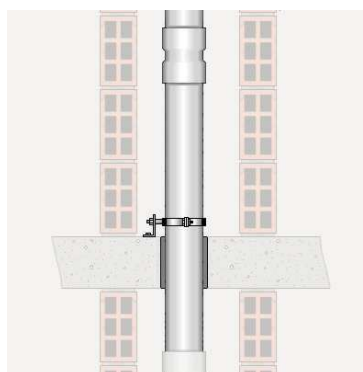


Figura 3.171. Esquema de ventilación primaria<sup>119</sup>

**2) Ventilación secundaria:** se colocará en aquellas edificaciones que no se incluya la ventilación primaria y se conectará a la bajante en plantas alternas, a excepción de los edificios de más de 15 plantas que se conectarán en todas. La conexión se hará por encima de los aparatos sanitarios al menos 1 metro del más desfavorable a la bajante; y en su parte inferior al colector, con una distancia como máximo 10 veces el diámetro del mismo. La columna de ventilación se deberá conectar a la bajante o prolongarse por encima de la cubierta al menos la misma altura de la bajante.

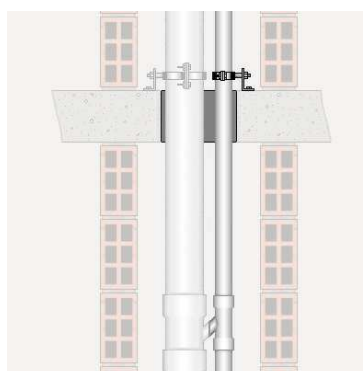


Figura 3.172. Esquema de ventilación secundaria<sup>120</sup>

<sup>119</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>

<sup>120</sup> Idem





**3) Ventilación terciaria:** se colocará cuando la longitud de los ramales de desagüe sea mayor de 5 metros o cuando el edificio tenga más de 14 plantas. Se conectará con la columna de ventilación secundaria en sentido ascendente a una distancia entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería de desagüe del aparato. La toma debe de estar por encima del eje vertical de la sección transversal, con una pendiente como mínimo de 1%. Los tramos horizontales deben estar por lo menos 20 cm por encima del rebosadero del aparato sanitario cuyo sifón ventila.

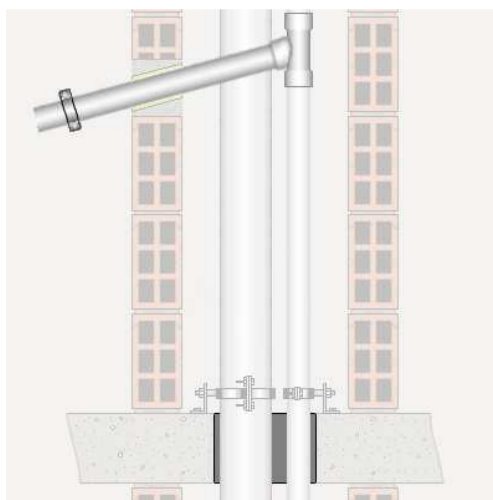


Figura 3.173. Esquema de ventilación terciaria<sup>121</sup>

### 3.3.1.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones

En el siguiente cuadro se muestra una relación de los planos relacionados con estas instalaciones. Los planos impresos se encuentran en el **Anexo IV**.

<sup>121</sup> Web: Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>



Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	MATERIAL	NOTAS
N03	Vivienda unifamiliar aislada	Planta baja	PVC	Sistema mixto
N04	Vivienda unifamiliar aislada	Planta alta	PVC	Sistema mixto
N05	Vivienda unifamiliar aislada	Planta cimentación	PVC	Sistema mixto
N06	Vivienda unifamiliar aislada	Locales húmedos	PVC	Sistema mixto
N07	Vivienda unifamiliar aislada	Locales húmedos	PVC	Sistema mixto
N12	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta cimentación	PVC	Sistema mixto
N13	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	PVC	Sistema mixto
N14	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta primera	PVC	Sistema mixto
N15	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta tipo	PVC	Sistema mixto
N17	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta baja	Cobre y PVC	Sistema separativo
N18	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta primera	Cobre y PVC	Sistema separativo
N19	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta segunda	Cobre y PVC	Sistema separativo
N20	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta tercera	Cobre y PVC	Sistema separativo
N23	Edificio de viviendas	Grupo de bombeo	PVC	
N25	Edificio de viviendas	Montantes Ventilación		
N26		Locales húmedos	PVC	
N28		Sifón individual Bote sifónico	PVC	
N29		Tipos de arquetas		
N30		Tipos de pozos		



### 3.3.2. Instalaciones de evacuación de aguas pluviales

#### 3.3.2.1. Descripción de la instalación

A continuación se procede a explicar la red de evacuación de aguas pluviales, atendiendo, como ya se ha mencionado, al DB-HS 5 (CTE).

La instalación de aguas pluviales, es la encargada de desaguar el agua procedente de las escorrentías de las aguas de lluvia. Para ello la instalación estará compuesta por los siguientes elementos: canalones, tubos de bajante y los correspondientes accesorios.

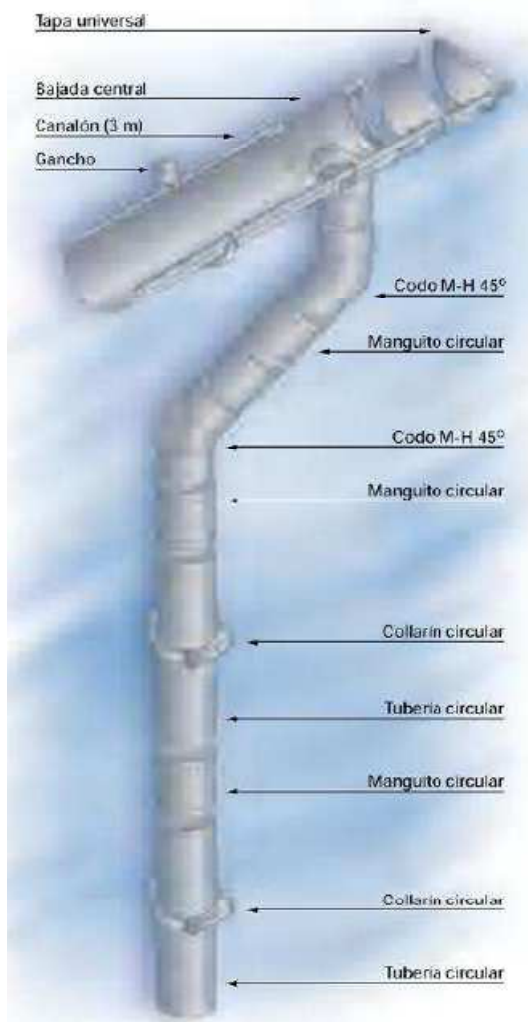


Figura 3.174. Esquema de la instalación de evacuación de aguas pluviales<sup>122</sup>

<sup>122</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.



Ya que la bajante se ha visto anteriormente en las instalaciones de evacuación de aguas residuales y los accesorios se verán en apartados posteriores, solamente se va a proceder a la descripción de los canalones.

- **Canalón** es un conducto que recibe y conduce el agua de los tejados a la red de recogida de aguas pluviales; normalmente se instala en el borde del alero, en la parte inferior de los tejados. Tiene una sección en forma de "U", a modo de media tubería, y se coloca al final del tejado; se disponen con una ligera pendiente, esto permite que el agua de lluvia que recoge el tejado sea canalizada por el mismo a la bajante.

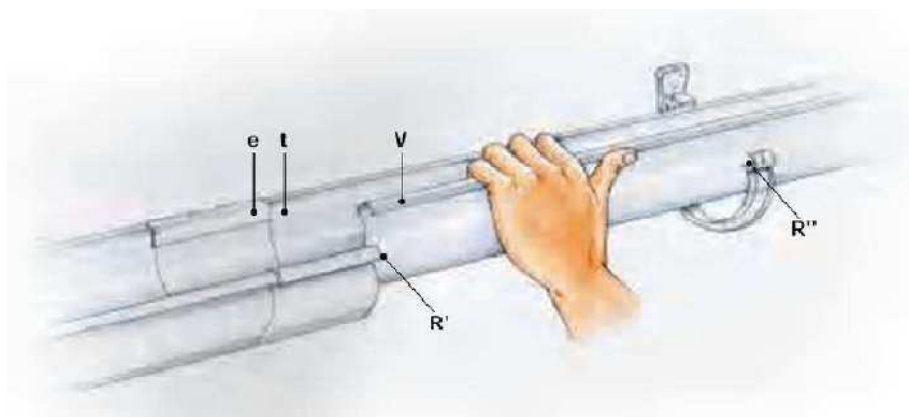


Figura 3.175. Imagen de canalón en alero de cubierta inclinada<sup>123</sup>



Figura 3.176. Esquema de canalón<sup>124</sup>

<sup>123</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.

<sup>124</sup> Idem



### 3.3.2.2. Ejemplos y diseños de trazado de estas instalaciones

En el siguiente cuadro se muestra una relación de los planos relacionados con estas instalaciones. Los planos impresos se encuentran en el **Anexo IV**.

Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	MATERIAL	NOTAS
N08	Vivienda unifamiliar aislada	Planta cubierta	PVC	Sistema mixto
N16	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta cubierta	PVC	Sistema mixto
N17	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta baja	Cobre y PVC	Sistema separativo
N21	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta cubierta	Cobre y PVC	Sistema separativo

### 3.3.3. Elementos que componen las instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales

#### 3.3.3.1. Materiales

De acuerdo con el CTE, en su DS-HS 5, página HS5-20, los materiales adecuados para la construcción de las instalaciones de evacuación de aguas, deberán cumplir con una serie de características generales, y conforme a esto, serán los que se describen a continuación:

- **Fundición:** es obtenido por el acero fundido obtenido en horno Martín-Siemens. Algo quebradizo y con gran resistencia mecánica al impacto y a la abrasión (tenacidad). Presenta igualmente muy notable resistencia a la corrosión. Las tuberías de función son utilizadas en canalizaciones de aguas residuales y pluviales, tanto en gravedad como en presión. Gracias a sus características, ofrecen todas las garantías de un sistema estanco y duradero para las conducciones de saneamiento. Para garantizar la protección de los medios acuáticos y del medio ambiente en general, las canalizaciones tienen resistencia a la agresividad del terreno, aislamiento térmico y resistencia química a la abrasión. Los revestimiento tanto interno como externo, están reforzados para soportar los fluidos más agresivos que transportan este tipo de tubería.



Figura 3.177. Imagen de tuberías de fundición<sup>125</sup>

Las dimensiones y principales características de estas tuberías se muestran en los cuadros que se adjuntan a continuación:

Diámetro nominal DN.	Tubería de extremos lisos	
	Diámetro exterior mm.	Peso aproximado (longitud 3 m.) (kg)
50	58	11,0
75	83	16,2
100	110	21,5
125	135	28,5
150	160	34,5
200	210	52,0
250	274	77,0
300	326	102,0

Figura 3.178. Cuadro de geometría de las tuberías de fundición<sup>126</sup>

- **Policloruro de vinilo (PVC):** el PVC es un material termoplástico, inodoro, insípido y no tóxico, es insoluble en agua y en disolventes y muy resistente a los agentes químicos como ácido, álcalis y alcoholes, además de ser reciclable, lo que lo hace un material idóneo para las redes de evacuación de aguas en edificación. Las aplicaciones de este serán desde redes de pequeña evacuación hasta la recogida y evacuación de aguas residuales (bajantes y colectores), así como canalizaciones de ventilación asociadas a las anteriores.

<sup>125</sup> Catálogo DURATOP

<sup>126</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 358.





Figura 3.179. Imagen de tubería de PVC

A continuación se muestra un cuadro con los diámetros con los que nos podemos encontrar estas tuberías en el mercado:

Diámetro exterior (mm)	Espeor (mm)	Diámetro interior (mm)	Longitud (m)
32	3	23	5
40	3	34	5
50	3	44	5
75	3	63	5
90	3	84	5
110	3,2	103,6	5
125	3,2	118,6	5
160	3,2	153,6	5
200	3,9	192,2	5
250	4,9	240,2	4

Figura 3.180. Cuadro de dimensiones de las tuberías de PVC<sup>127</sup>

- **Polipropileno (PP):** es un plastómero gris o blanco idóneo para los tramos iniciales de las instalaciones (válvulas, sifones, etc.), dada su gran resistencia al impacto y al calor. Se emplea esencialmente para conducciones de saneamiento, evacuación, pluviales y canalizaciones sin presión. Son muy ligeros y tienen una densidad menor que la del agua.



Figura 3.181. Tuberías de polipropileno<sup>128</sup>

<sup>127</sup> SORIANO RULL, A. (2007) "Evacuación de aguas residuales...", p. 64.

<sup>128</sup> Idem, p. 67.



Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro interior (mm)
40	1,8	38,4
50	1,8	48,4
75	2,3	70,4
110	3,4	103,2
125	3,1	118,8
160	3,9	152,2

Figura 3.182. Cuadro de dimensiones de las tuberías de PP<sup>129</sup>

- **Gres:** Tubos de pasta cerámica figulítica seleccionada y mejorada con adición de cuarzos y feldespatos para su cocción hasta la vitrificación. Se recubren interior y exteriormente de un vidriado, obtenido de barro ferruginoso y manganésico, de color oscuro y brillante. A pesar de ser impermeable, inatacable e inalterable ha entrado en desuso por su fragilidad y el gran número de juntas necesarias, dada la corta longitud de los tubos. Su empleo se hace notable en la evacuación de aguas residuales corrosivas, tales como tintorerías, laboratorio, o en terrenos ácidos.



Figura 3.183. Imagen de tuberías cerámicas<sup>130</sup>

Los diámetros comerciales en los que podemos encontrar estos tubos, además de las características aplicadas a estos son los de la siguiente tabla:

<sup>129</sup> SORIANO RULL, A. (2007) “Evacuación de aguas residuales...”, p. 68

<sup>130</sup> Catálogo KERAMO. Gama, manejo e instalación



Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro interior (mm)	Longitud (m)
131	15,5	100	1250 a 2500
159	19,5	120	1250 a 2500
186	17,5	151	1250 a 2500
242	21	220	1250 a 2500
275	27	224	1250 a 2500
315	34	250	1250 a 2500

Figura 3.184. Cuadro características de las tuberías de gres<sup>131</sup>

- **Hormigón:** los tubos de hormigón suelen emplearse para conducciones sin presión para la evacuación de aguas pluviales en carreteras y otras vías o para la evacuación de aguas fecales en redes de saneamiento. Se pueden encontrar en el mercado tanto fabricados con hormigón armado como con hormigón en masa, además de varias formas como cilíndricos u ovoides. En la siguiente tabla se muestran un cuadro de características de éstos:

Diámetro interior (mm)	Largo (mm)	Peso (kg/m)
100	100	21,60
120	100	24,60
150	100	29,80
200	100	38,63
250	100	53,50
300	100	76,00
400	100	119,25
500	100	162,23
600	100	264,40
700	100	383,30
800	100	483,30
1.000	100	740,67
1.500	100	1.420,00

Figura 3.185. Imagen de tubo de hormigón cilíndrico<sup>132</sup>

<sup>131</sup> SORIANO RULL, A. (2007) "Evacuación de aguas residuales...", p. 71

<sup>132</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 366.



Figura 3.186. Imagen de tubos de hormigón cilíndricos<sup>133</sup>

Dimensiones d/h (mm)	Largo (cm)	Peso (kg/m)
600/900	100	576,60
700/1.050	100	740,00
800/1.200	100	985,00
900/1.350	100	1.170,00
1.200/1.800	100	1.800,00

Figura 3.187. Cuadro de características de los tubos de hormigón ovales<sup>134</sup>



Figura 3.188. Imagen de tubos de hormigón ovales<sup>135</sup>

### 3.3.3.2. Componentes y Accesorios

<sup>133</sup> Catálogo General de Productos BORONDO

<sup>134</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 367.

<sup>135</sup> Catálogo General de Productos BORONDO



Al igual que en las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, en este apartado se pretende realizar una explicación sobre los accesorios necesarios para el montaje de estas instalaciones, los cuales se muestran a continuación:

- **Codo:** Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.

#### 1) Codo 45° HH



Figura 3.189. Codo 45° hembra de PVC, fundición, respectivamente

#### 2) Codo 67° HH



Figura 3.190. Codo 67° hembra de PVC

#### 3) Codo 87° HH



Figura 3.191. Codo 87° hembra de PVC, fundición, PP, respectivamente

#### 4) Codo 45° MH

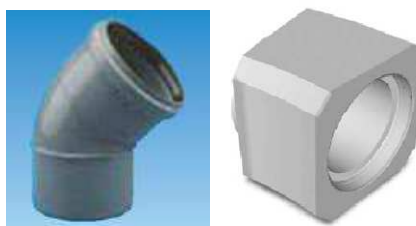


Figura 3.192. Codo 45° macho-hembra de PVC, hormigón, respectivamente



### 5) Codo 67° MH

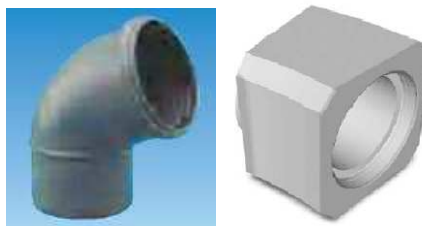


Figura 3.193. Codo 67° macho-hembra de PVC, hormigón, respectivamente

### 6) Codo 87° MH

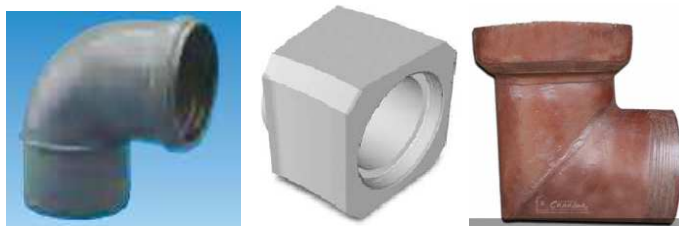


Figura 3.194. Codo 87° macho-hembra de PVC, hormigón y gres, respectivamente

### - Derivación: ramal de derivación

#### 1) Derivación simple 45° HH



Figura 3.195. Derivación simple 45° hembra de PVC

#### 2) Derivación simple 67° HH



Figura 3.196. Derivación simple 67° hembra de PVC

#### 3) Derivación simple 87° HH





Figura 3.197. Derivación simple 87º hembra de PVC, PP y fundición, respectivamente

#### 4) Derivación simple 45º MH



Figura 3.198. Derivación simple 45º macho-hembra de PVC

#### 5) Derivación simple 67º MH



Figura 3.199. Derivación simple 67º macho-hembra de PVC

#### 6) Derivación simple 87º MH



Figura 3.200. Derivación simple 87º macho-hembra de PVC, hormigón y gres, respectivamente.

#### 7) Derivación doble plano 45º MH



Figura 3.200. Derivación doble plano 45° macho-hembra de PVC

### 8) Derivación doble plano 67° MH



Figura 3.201. Derivación doble plano 67° macho-hembra de PVC

### 9) Derivación doble plano 87° MH



Figura 3.202. Derivación doble plano 87° macho-hembra de PVC y fundición

- **Reducción excéntrica:** su misión es la de reducir el diámetro de la tubería.



Figura 3.203. Reducción excéntrica macho-hembra de PVC

- **Manguito unión HH:** Tubo que sirve para sostener o empalmar dos piezas cilíndricas en una máquina.



Figura 3.204. Manguito unión hembra de PVC, PP, fundición, respectivamente

- **Injerto a tubo**



Figura 3.205. Injerto a tubo de 45° y 90° de PVC, respectivamente

- **Tapón:** Pieza con que se tapan las vasijas, introduciéndola en el orificio por donde sale el líquido.

1) **Tapón de reducción simple**



Figura 3.206. Tapón de reducción simple de PVC

2) **Tapón de reducción doble**



Figura 3.207. Tapón de reducción doble de PVC

3) **Tapón de registro roscado**



Figura 3.208. Tapón de registro roscado de PVC y fundición

#### 4) Tapón ciego



Figura 3.208. Tapón ciego de PVC y fundición

- **Aparatos sanitarios:** son los receptores de la propia instalación, debiendo cumplir una serie de requisitos, entre los cuales, el más importante es la impermeabilidad. Por tanto, los materiales que se utilizan para su fabricación deberán ser resistentes, duraderos, higiénicos, robustos, impermeables y de aspecto agradable. Entre todos estos encontramos: loza, porcelana vitrificada, gres, fundición esmaltada, acero inoxidable, piedra artificial, mármol y plásticos. Entre los aparatos sanitarios de uso más corriente encontramos:

- 1) **Bañeras y duchas:** se puede distinguir varios tipos entre ellas mismas como la bañera completa y medio baño, bañera de asiento o baño-aseo, así como diversas variantes (hidromasaje, circular, etc.). Es importante definir si la bañera tiene faldón, si va revestida, si tiene patas, o si los platos de ducha van empotrados. En la bañera se coloca tapón de desagüe y rebosadero, y el plato de ducha no.

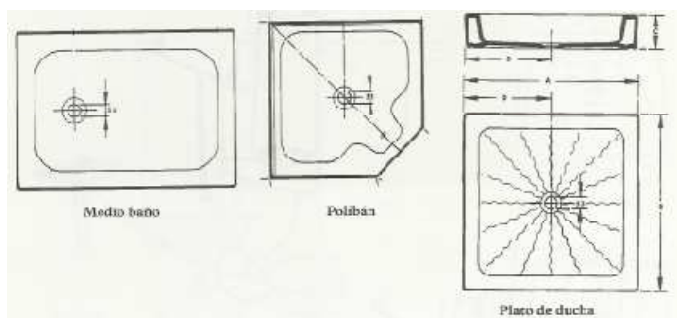


Figura 3.209. Esquemas de platos de ducha<sup>136</sup>

<sup>136</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 199.

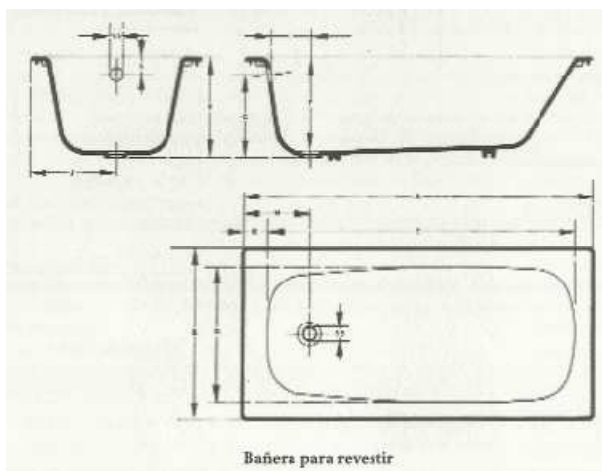


Figura 3.210. Esquema de bañera para revestir<sup>137</sup>

- 2) **Lavabos:** entre los lavabos podemos encontrar desde los lavamanos hasta los más grandes como los de doble seno. También se pueden clasificar según vayan sobre pedestal, tipo mural o sobre encimera.

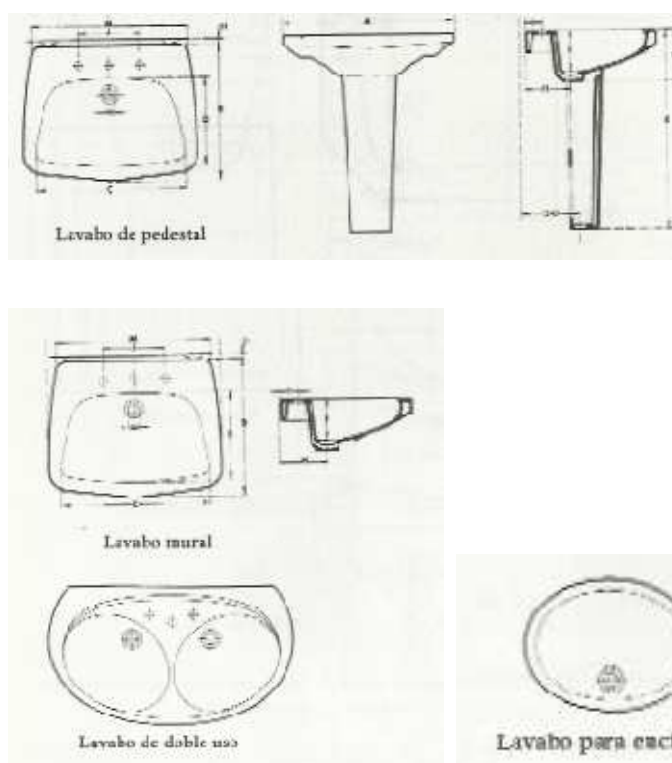


Figura 3.211. Esquemas de diferentes tipos de lavabos<sup>138</sup>

<sup>137</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 198.

<sup>138</sup> Idem, p. 200.



- 3) **Inodoros:** dentro de los inodoros también podemos hacer alguna clasificación: en primer lugar encontramos los de salida vertical y salida horizontal según el sifón del mismo; y en segundo lugar, se pueden clasificar según la posición de la cisterna: cisterna alta, tanque bajo y fluxómetro.

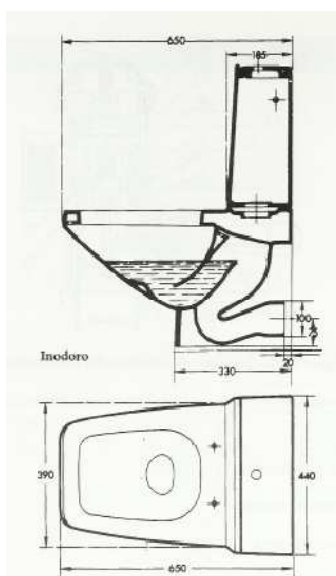


Figura 3.212. Esquema de inodoro tanque bajo<sup>139</sup>

- 4) **Fregaderos:** estos se clasifican según el número de seno y si llevan o no escurrer platos.

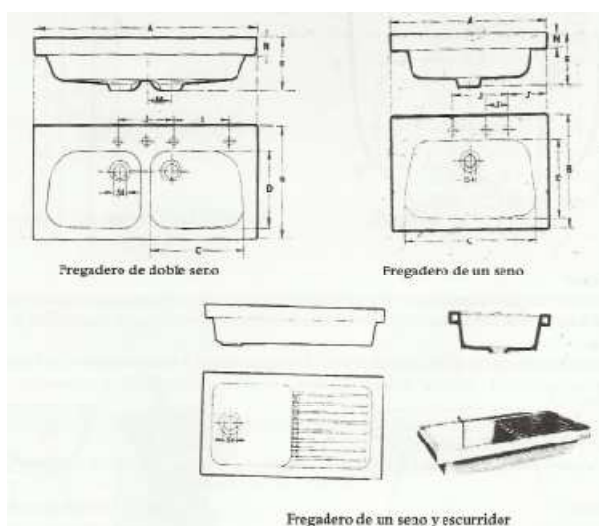


Figura 3.213. Esquema de diferentes tipos de fregaderos<sup>140</sup>

<sup>139</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 201.

<sup>140</sup> Idem, p. 203.





- 5) **Urinarios:** existen dos tipos de urinarios, tipo mural y colgante, los cuales se pueden colocar en batería para la ubicación en aseos públicos.



Figura 3.214. Esquemas de dos tipos de urinarios<sup>141</sup>

- 6) **Bidé.**



Figura 3.215. Esquema de bidé<sup>142</sup>

- 7) **Vertedero:** suele utilizarse para el vertido de aguas residuales con elementos indisolubles, debe llevar una rejilla de acero inoxidable abatible, sifón incorporado y válvula de salida de gran diámetro.



Figura 3.216. Esquema de vertedero<sup>143</sup>

<sup>141</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 205.

<sup>142</sup> Idem

<sup>143</sup> Idem



Atendiendo al CTE DB-HS 5 (página HS5-7) se establece la UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes en función del uso.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bide	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
Con sistema	8	10	100	100
Con fluxómetro	-	4	-	50
Urinario	-	2	-	40
Pedestal	-	3,5	-	-
Suspendido	3	6	40	50
En batería	-	2	-	40
Fregadero	-	2	-	40
De cocina	3	-	40	-
De laboratorio, restaurante, etc.	-	8	-	100
Lavadero	-	0,5	-	25
Vertedero	1	3	40	50
Fuente para beber	3	6	40	50
Sumidero sifónico	3	6	40	50
Lavavajillas	3	-	100	-
Lavadora	8	-	100	-
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bide)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	8	-	100	-

- **Abrazaderas:** accesorio que permite la sujeción de la bajante y el colector a pared o forjado. El diámetro de la misma dependerá del diámetro de la tubería.



Figura 3.217. Imagen de abrazaderas<sup>144</sup>

<sup>144</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.



- **Palomillas:** se utilizan para la fijación de los canalones en las instalaciones de evacuación de pluviales.



Figura 3.218. Imagen de palomilla<sup>145</sup>

### 3.3.3.3. Uniones

Al igual que en las instalaciones de suministro de agua, el tipo de uniones que se pueden realizar en las instalaciones de evacuación, va a depender del tipo de material que se haya colocado en las tuberías de la instalación. Por lo tanto, se vuelve a hacer una clasificación en función del tipo de material:

- **Fundición:** para la unión con tuberías de fundición se pueden utilizar varios tipos de uniones entre los accesorios y las tuberías, distinguiendo dos grandes grupos procedimiento de enchufe y cordón, y brida:
  - o **Junta automática flexible (Tyton):** está compuesta por un anillo de goma circular que va alojada en la cámara de la copa y se comprime con la presión de carga. La unión **enchufe** con este tipo de junta no necesita otros elementos como bridas, contrabridas o bulones para garantizar la estanqueidad.



Figura 3.219. Junta fundición automática flexible (Tyton)<sup>146</sup>

- o **Junta acerrojada externa Ve:** permite asegurar las uniones por un elemento saliente dispuesto en el extremo liso que es un cordón de soldadura. El recorrido de las fuerzas antes referido es **cordón** de soldadura, arandela, contrabrida, bulones y **enchufe**.

<sup>145</sup> Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.

<sup>146</sup> Catálogo de productos DICONA.

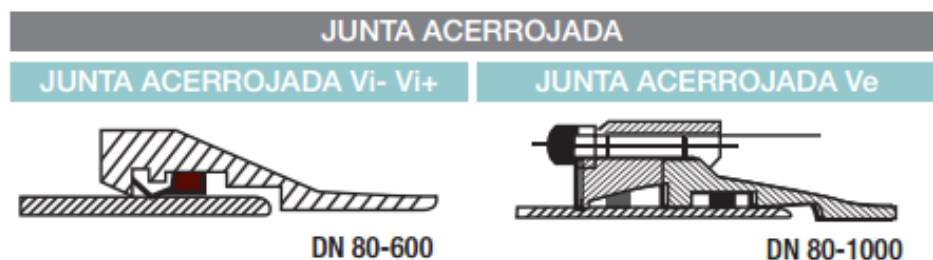


Figura 3.220. Junta fundición acerrojada<sup>147</sup>

- **Junta acerrojada interna VI-VI+:** el acerrojado de las **juntas de enchufe** puede utilizarse como una técnica alternativa a los macizos de hormigón para soportar los efectos de empujes hidráulicos. Se emplea cuando existen fuertes pendientes, limitaciones de espacio o terrenos inestables. La junta de elastómero tiene moldeados en su interior injertos metálicos que se enganchan al extremo liso cuando existe presión asegurando el acerrojado.
- **Unión a bridas:** está formada por dos **bridas** contrapuestas, una juntas de elastómero y tornillos. La estanqueidad se logra por compresión axial de la junta obtenida por el apriete de los tornillos.



Figura 3.221. Junta fundición a bridas<sup>148</sup>

- 3) **PVC:** los diferentes tipos de uniones que podemos encontrar en la unión con tuberías de PVC para saneamiento, será el mismo que el visto para las uniones con este mismo tipo de tuberías para abastecimiento de agua, es decir, **soldadura fría** con adhesivo disolvente; o bien por **junta de goma**.

<sup>147</sup> Catálogo de productos DICONA.

<sup>148</sup> Idem



Figura 3.222. Unión PVC con soldadura fría<sup>149</sup>



Figura 3.223. Unión PVC con junta elástica<sup>150</sup>

- **Polipropileno (PP):** como en el caso anterior del PVC, la unión entre tuberías y accesorios de PP, será idéntico al que se explicó en el apartado de uniones para las tuberías de abastecimiento de agua, encontrándonos con el sistema de **termofusión y electrofusión**; y por otro lado con uniones roscadas, tipo **pressfitting**.
- **Gres:** las tuberías de gres se fabrican con su extremo en forma de copa con las juntas fijadas en fábrica, siendo la unión a **presión**, garantizando la estanqueidad de la misma según sea:
  - o **Junta L:** junta de caucho fijada en la campana con poliéster.

<sup>149</sup> SORIANO RULL, A. (2007) "Evacuación de aguas residuales...", p. 65.

<sup>150</sup> Idem, p. 66.



Figura 3.224. Junta L para tuberías de gres<sup>151</sup>

- **Junta K:** anillo de poliuretano fijado en el extremo liso y una compensación de poliéster o poliuretano fijado en la campana.



Figura 3.225. Junta K para tuberías de gres<sup>152</sup>

- **Junta S:** el extremo liso y la campana están mecanizados y lleva una junta EPDM, fijada en fábrica.



Figura 3.226. Junta S para tuberías de gres<sup>153</sup>

- **Hormigón:** las uniones con este tipo de tuberías también se realizarán mediante el sistema **enchufe y cordón**, para ello, en primer lugar se colocará una junta de goma diseñada para reducir los posibles errores en el montaje de los tubos, y se colocará de forma definitiva dentro del dispositivo de conexión de los tubos; en segundo lugar se colocará otra junta de goma alojada en la acanaladura impidiendo el desplazamiento

<sup>151</sup> Catálogo KERAMO. Gama, manejo e instalación

<sup>152</sup> Idem

<sup>153</sup> Idem





de una colocación errónea, evita el contacto entre el hormigón de las dos piezas y garantiza la estanqueidad de la junta.



Figura 3.227. Unión a enchufe y cordón en tuberías de hormigón<sup>154</sup>

#### 3.3.3.4. Simbología

Es importante para la realización del correcto trazado de planos de las instalaciones de evacuación de aguas para evitar errores en obra. Para ello, se adjunto un cuadro con la representación gráfica de los símbolos de los principales componentes de estas instalaciones; así como de la simbología que representa los aparatos sanitarios:

Saneamiento		
Símbolos		Significado
		Bote sifónico.
		Sumidero.
		Colector.
		Bajante de fecales.
		Bajante de pluviales.
		Bajante mixta.
		Derivación.

Figura 3.228. Cuadro de simbología de las principales piezas de saneamiento<sup>155</sup>

<sup>154</sup> Catálogo General de Productos BORONDO

<sup>155</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", p. 326.



Saneamiento			Saneamiento		
Símbolos		Significado	Símbolos		Significado
		Grupo de bombeo			Arqueta de paso.
		Sifón			Arqueta sumidero.
		Alcantarilla urbana			Arqueta sifónica.
		Pozo negro			Separador de grasas.
		Pozo de registro			Fosa séptica.
		Arqueta de pie de bajante (fecales).			Cámara de descarga.
		Arqueta de pie de bajante (pluviales).			Aliviadero.

Figura 3.229. Cuadro de simbología de las principales piezas de saneamiento<sup>156</sup>

Saneamiento		
Símbolos		Significado
		Arqueta de reparto

Figura 3.230. Cuadro de simbología de las principales piezas de saneamiento<sup>157</sup>

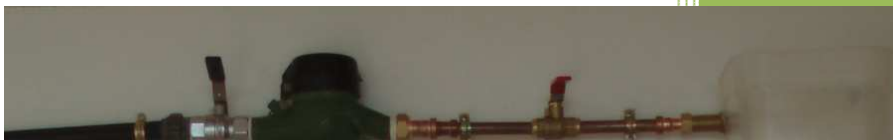
<sup>156</sup> MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) "Nuevo manual de instalaciones...", pp. 327-328

<sup>157</sup> Idem, p. 329.



Figura 3.231. Simbología de los aparatos sanitarios<sup>158</sup>

<sup>158</sup> SORIANO RULL, A. (2007) “Evacuación de aguas residuales...”, p. 36.



# CAPÍTULO 4

## ACTIVIDADES PRÁCTICAS





## 4. ACTIVIDADES PRÁCTICAS

En el siguiente apartado se proponen una serie de cinco actividades prácticas, todas ellas relacionadas con las instalaciones de suministro y evacuación de aguas en edificación, con el objetivo de afianzar y consolidar los conocimientos teóricos desarrollados con éstas.

### 4.1. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 1

#### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

##### Paneles didácticos

Alumno(a): \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

##### 4.1.1. Objeto de la práctica

La presente práctica consiste en la identificación de los principales elementos constructivos que componen las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, así como sus correspondientes accesorios, y el tipo de unión empleado para la construcción de estas. Para ello se presentan 4 paneles didácticos, en los cuales se han montado dichas instalaciones. El(la) alumno(a) tendrá que, con el resto del grupo, identificarlos con la ayuda de los apartados que a continuación se muestran en el presente guión.

##### 4.1.2. Panel de elementos

En primer lugar se estudia los distintos elementos y sistemas que integran una instalación de suministro y evacuación de agua, sobre el panel de elementos del laboratorio. Se identificarán por su nombre y función, sobre la fotografía del panel que acompaña a este guión (Fig. 4.1), al menos, los siguientes elementos:

Tubo de acometida	Codo	Abrazadera
Llaves	Curva	Arqueta
Tubería de cobre	Tubería PVC	Colector
Contador	Latiguillo	Bajante
Punto de toma (grifo)	Sifón individual	Manguito
Tubería de polibutileno	Boto sifónico	Calentador
T	Fregadera	Tuerca loca



#### 4.1.3. Identificación de elementos constructivos en las instalaciones

Posteriormente, se realizará un examen exterior de los cuatro paneles presentes en el laboratorio, cuyas fotografías acompañan a este guión (Fig. 4.2)<sup>1</sup>. En ellos se identificarán los elementos constructivos más significativos y, con más detalle, los accesorios que forman parte de los sistemas de las instalaciones, siguiendo el listado de la Tabla de características de los Paneles (Fig. 4.3) que se adjunta.

#### 4.1.4. Memoria de la práctica

La memoria de la práctica debe, al menos, contener lo siguiente:

- 1) **Plano de simbología** las instalaciones de cada uno de los cuatro paneles. Se presentarán preferiblemente en formato CAD.
- 2) **Identificación** sobre fotografía de los **principales elementos** de las instalaciones. (Fig. 4.1 y 4.2.)
- 3) Explicación del **recorrido del agua** a través de las instalaciones que se muestran en cada uno de los paneles, explicando a su vez, la **función** que desempeñan los elementos por los que pasa la misma.
- 4) **Hoja de recogida de datos** (Tabla de características de los Paneles) Fig. 4.3.

#### Para profundizar...



Vídeo: Recorrido de las instalaciones de suministro:

<http://www.youtube.com/watch?v=AqwsSJyZLGc>

Vídeo: Instalación de un baño:

<http://www.youtube.com/watch?v=dbpdcrYWI84>

Vídeo: Herramientas de un fontanero:

<http://www.youtube.com/watch?v=MuhbK7xQxqs>

<sup>1</sup> La práctica está diseñada para que se realice con cuatro paneles didácticos en los que hayan montado estas instalaciones con diferentes materiales y diferentes métodos de unión. Se pone como ejemplo de la misma solamente un panel de estos cuatro.





## Panel nº 1 de elementos de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas

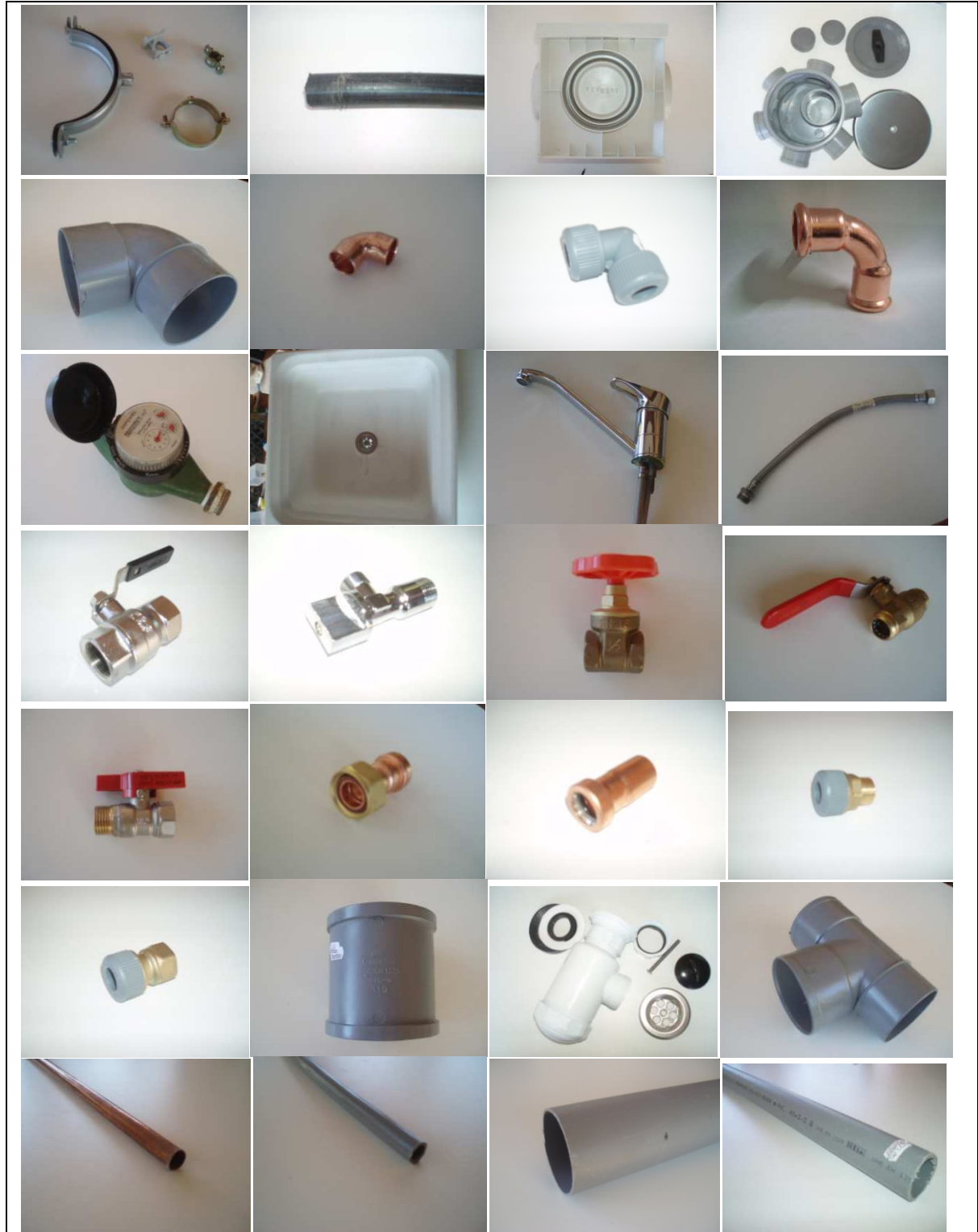


Figura 4.1. Imagen del panel nº 1 de elementos



### Panel didáctico nº 1



Figura 4.2. Imagen del panel didáctico nº 1



**Tabla de características de los paneles**

Panel Didáctico nº		1	2	3	4
Acometida	Material de la tubería				
	Material de los accesorios				
	Tipo de unión				
	Ø				
Instalación Agua Fría	Material de la tubería				
	Material de los accesorios				
	Tipo de unión				
	Ø				
Instalación ACS	Material de la tubería				
	Material de los accesorios				
	Tipo de unión				
	Ø				
Instalación Saneamiento	Material de la tubería				
	Material de los accesorios				
	Tipo de unión				
	Ø				

Figura 4.3. Tabla de recogida de datos de las características de los paneles



## 4.2. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 2

### TRAZADO DE PLANOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS EN EDIFICACIONES

Alumno(a): \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

#### 4.2.1. Objeto de la práctica



El objetivo de esta práctica es que el(la) alumno(a) aprenda a realizar el trazado de las instalaciones de suministro de agua, tanto para agua fría, como para ACS, así como el trazado de las instalaciones de evacuación. Para ello se proponen diferentes planos y situaciones, en los que el(la) alumno(a) deberá dibujar (a mano o mediante CAD) dichas instalaciones.



#### 4.2.2. Plano nº 1: Aseo público (Fig. 4.4.)

Condicionantes:

- La instalación de agua fría y agua caliente se realizará con cobre.
- La instalación de saneamiento se realizará con PVC, indicando los Ø correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-3) y al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-15) y al DB-HS5 (página HS5-13).

Se pide:

- **Plano de simbología de aseo público**, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y saneamiento, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo.
- Los planos de ambas instalaciones se realizarán por separado, no siendo necesario que se entreguen a escala.

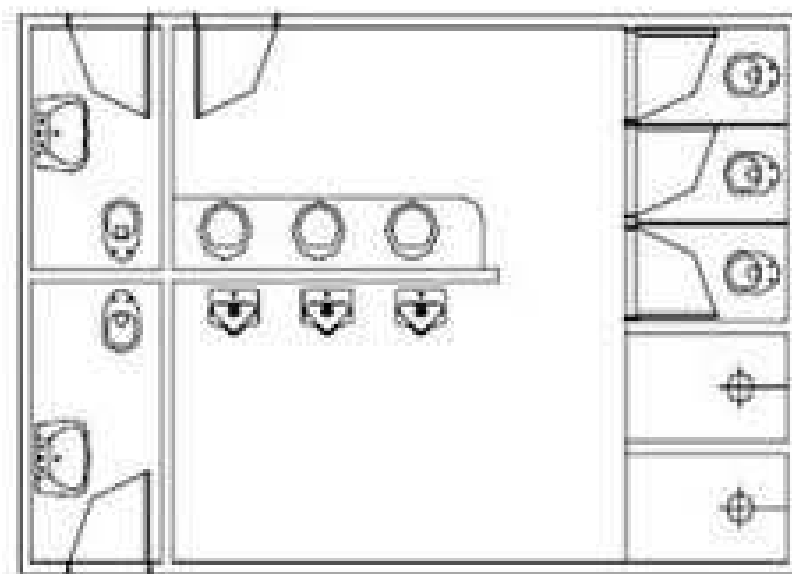


Figura 4.4. Plano nº 1. Aseo público



#### **4.2.3. Plano nº 2: Baño en vivienda (Fig. 4.5.)**

Condicionantes:

- La instalación de agua fría y agua caliente se realizará con polibutileno.
- La instalación de saneamiento se realizará con PVC, indicando los Ø correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-3) y al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-15) y al DB-HS5 (página HS5-13).

Se pide:

- **Plano de simbología de baño privado**, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y saneamiento, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo.
- Los planos de ambas instalaciones se realizarán por separado, no siendo necesario que se entreguen a escala.



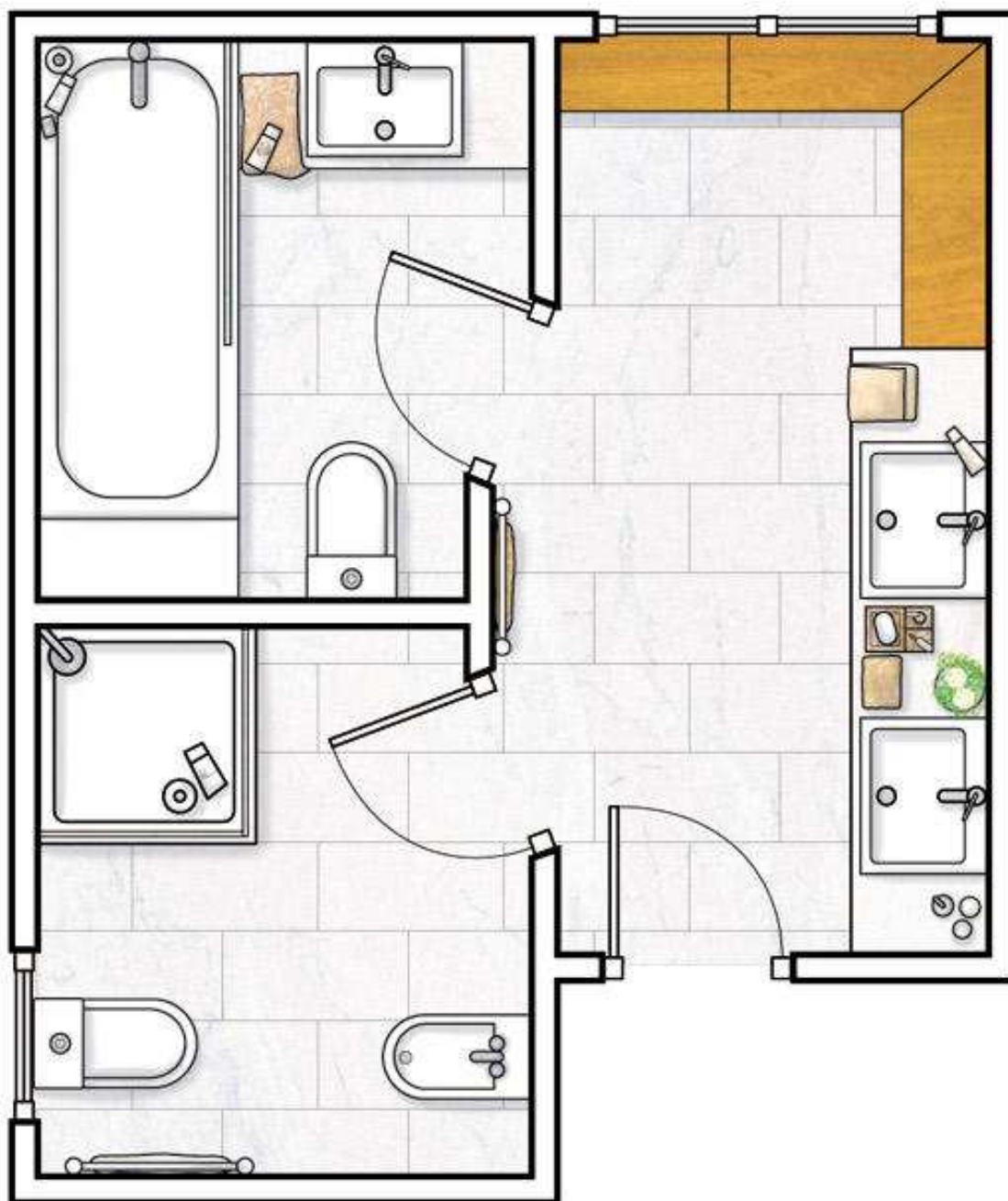


Figura 4.5. Plano nº 2. Baño en vivienda.



#### **4.2.4. Plano nº 3: Cocina en vivienda (Fig. 4.6.)**

Condicionantes:

- La instalación de agua fría y agua caliente se realizará con polietileno reticulado de alta densidad.
- La instalación de saneamiento se realizará con PVC, indicando los Ø correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-3) y al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-15) y al DB-HS5 (página HS5-13).

Se pide:

- **Plano de simbología de cocina en vivienda**, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y saneamiento, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo.
- Los planos de ambas instalaciones se realizarán por separado, no siendo necesario que se entreguen a escala.

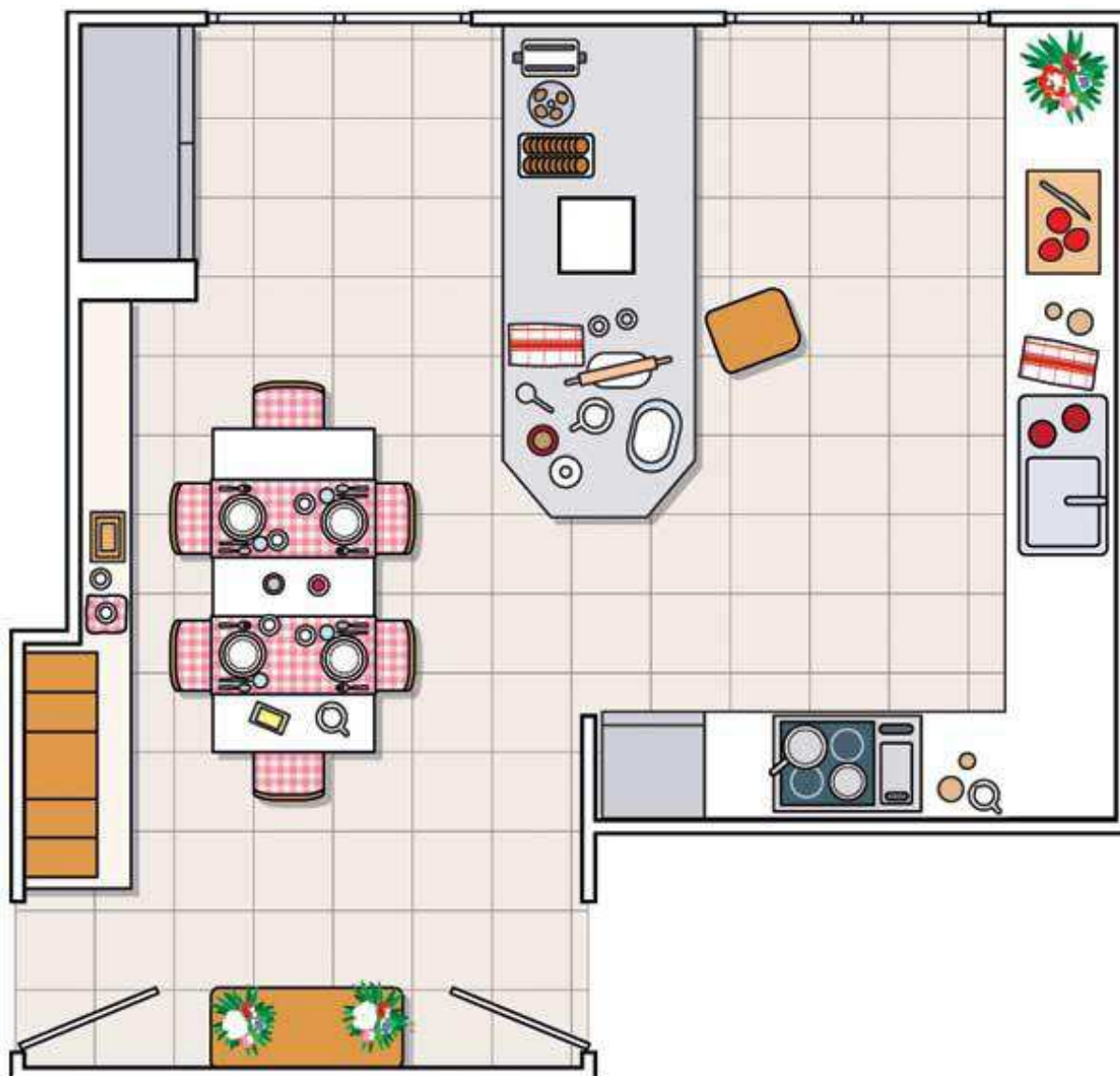


Figura 4.6. Plano nº 3. Cocina en vivienda.



#### **4.2.5. Plano nº 4: Edificio en altura (Fig. 4.7.)**

Condicionantes:

- La instalación de agua fría y agua caliente se realizará con el material a elegir por el(la) alumno(a).
- La instalación de saneamiento se realizará con PVC, indicando los Ø correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-3) y al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-15) y al DB-HS5 (página HS5-13).

Se pide:

- **Plano de simbología en sección**, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y saneamiento, donde se trazarán los montantes, contadores, y demás elementos que se consideren necesarios.
- **Plano de simbología** en planta tipo, de todos los **locales húmedos** de la misma, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y saneamiento, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo.
- Los planos de ambas instalaciones se realizarán por separado, no siendo necesario que se entreguen a escala.

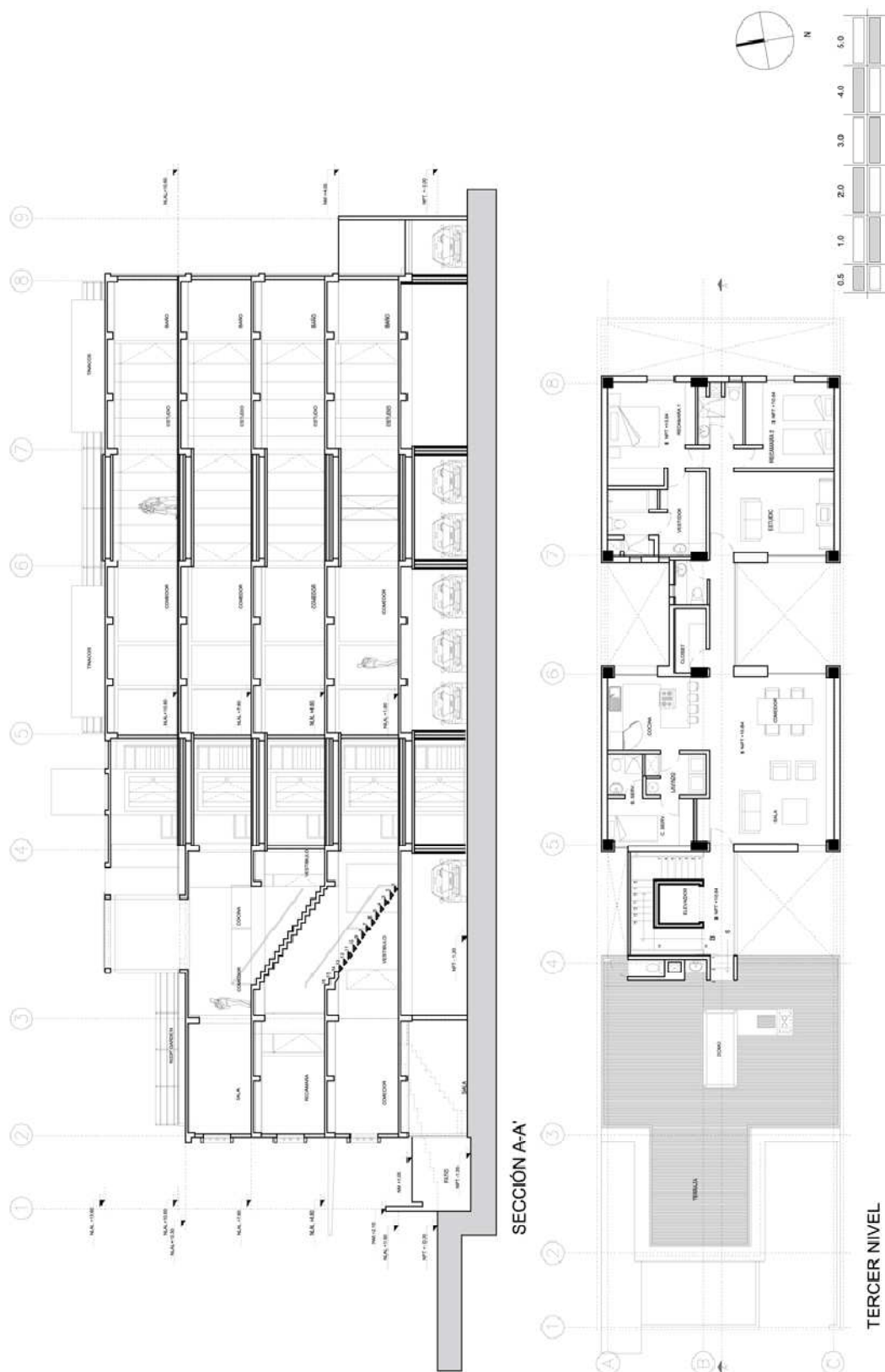


Figura 4.7. Plano nº 4. Edificación en altura.



#### **4.2.6. Plano nº 5: Vivienda unifamiliar rural aislada (Fig. 4.8.)**

Condicionantes:

- La instalación de agua fría y agua caliente se realizará con el material a elegir por el(la) alumno(a).
- La instalación de saneamiento se realizará con PP, indicando los Ø correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-3) y al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS4 (página HS4-15) y al DB-HS5 (página HS5-13).

Se pide:

- **Plano de simbología** de todos los **locales húmedos** de la vivienda, atendiendo al CTE DB-HS4 y DB-HS5, para las instalaciones de agua fría, ACS y **saneamiento**, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo.
- Los planos de ambas instalaciones se realizarán por separado, no siendo necesario que se entreguen a escala.



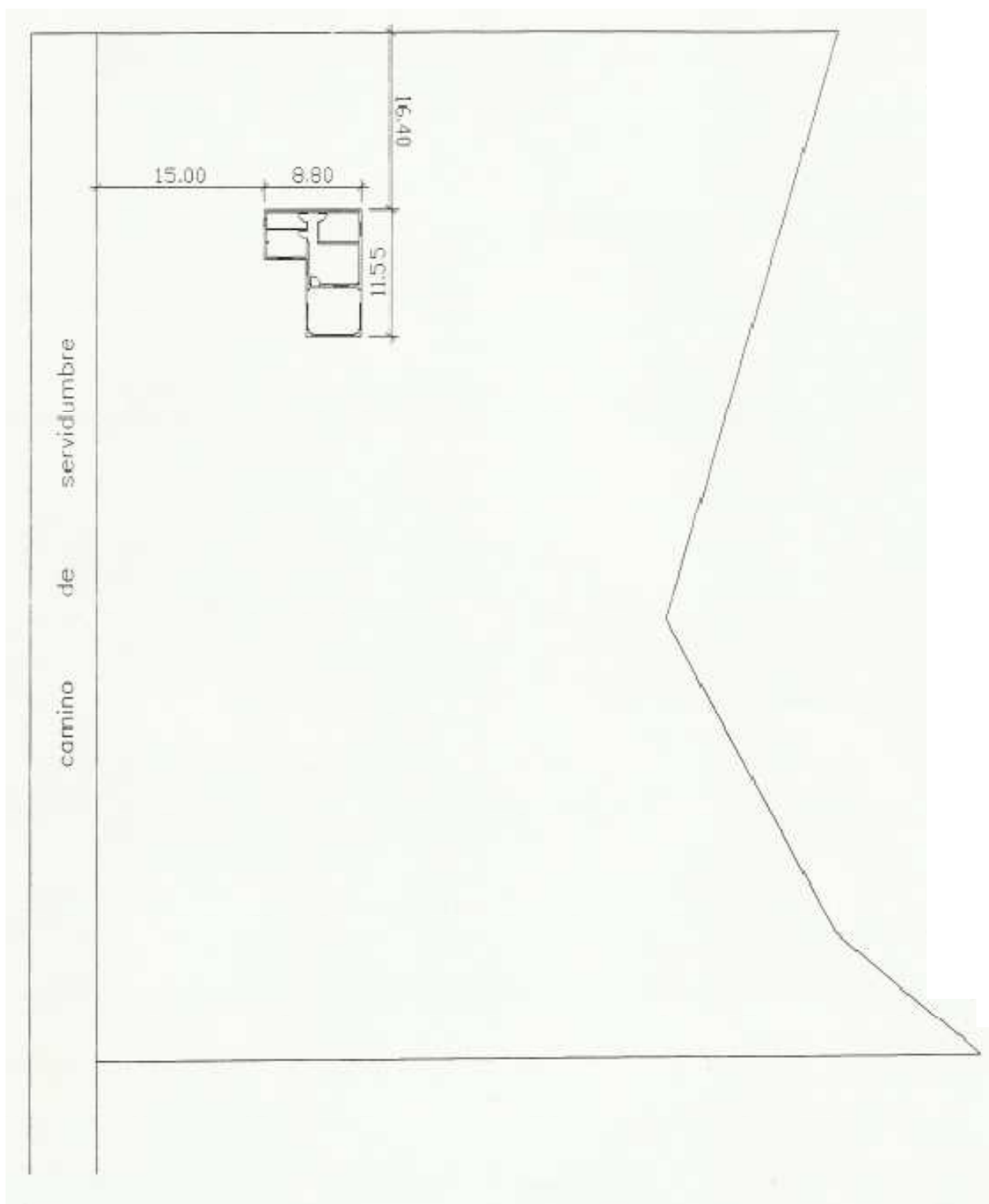


Figura 4.8. a) Plano nº 5.a): Vivienda unifamiliar rural aislada. Plano de emplazamiento

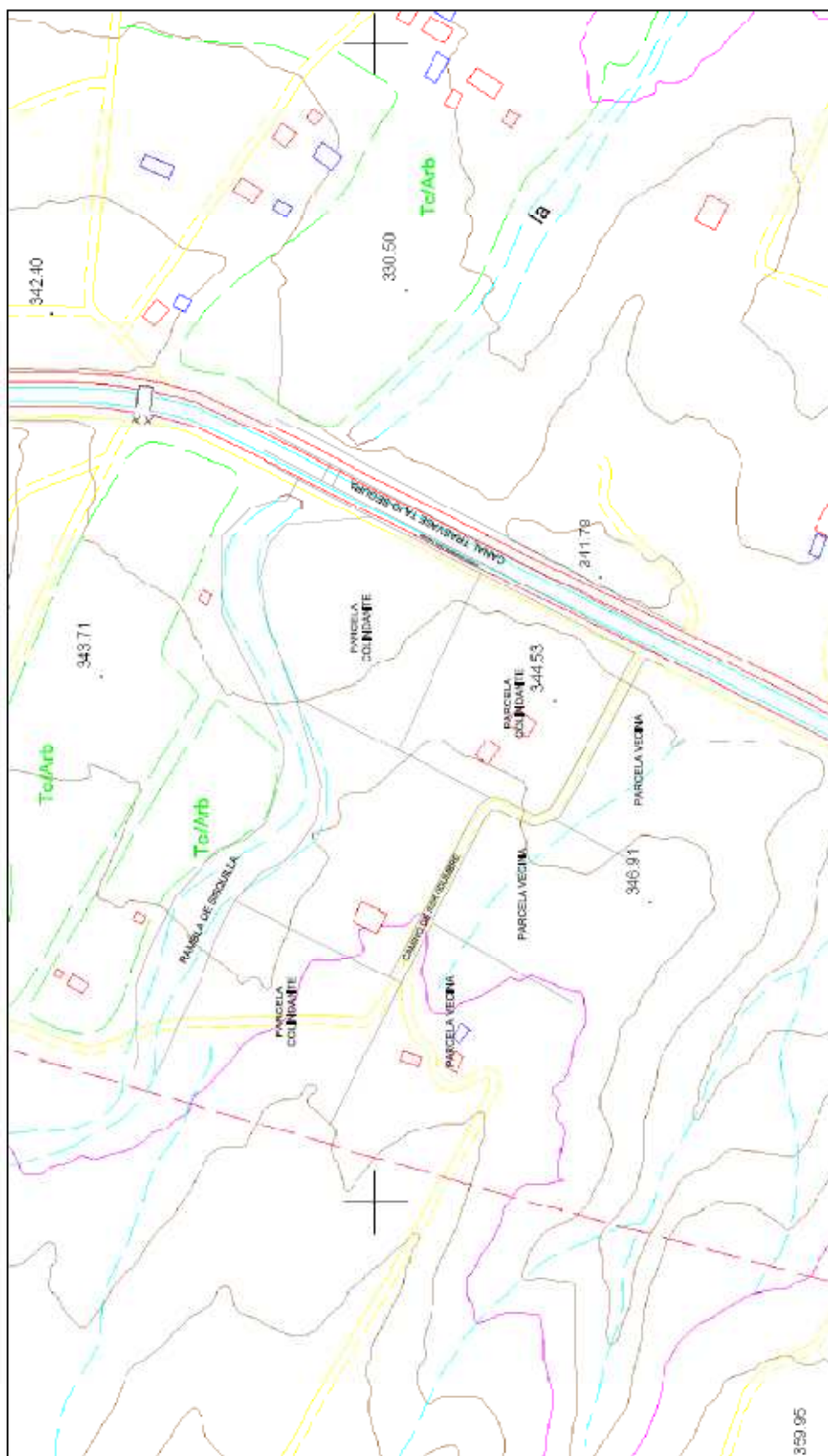


Figura 4.8. b) Plano nº 5.b): Vivienda unifamiliar rural aislada. Plano topográfico

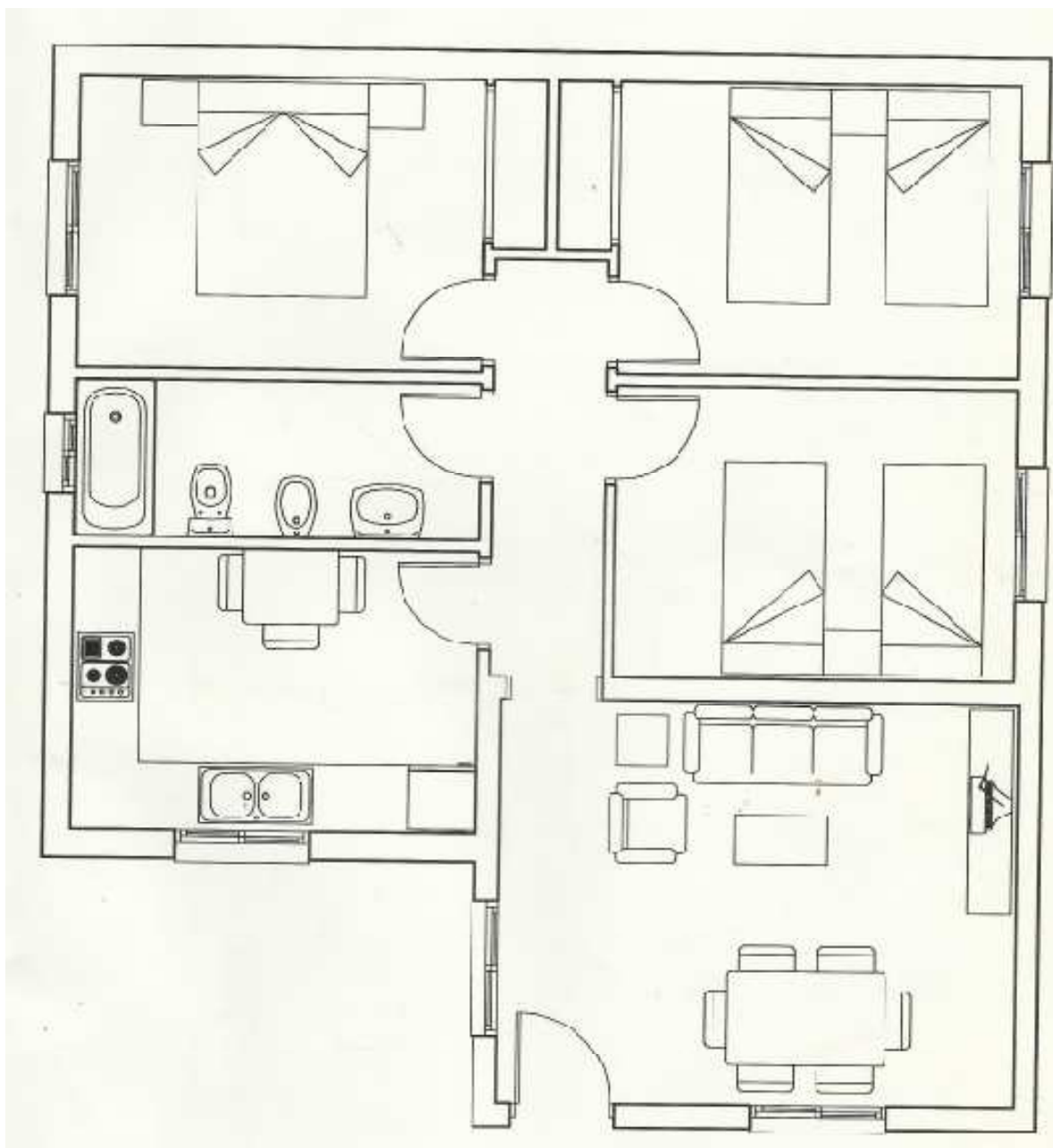


Figura 4.8. c) Plano nº 5.c): Vivienda unifamiliar rural aislada. Plano de distribución

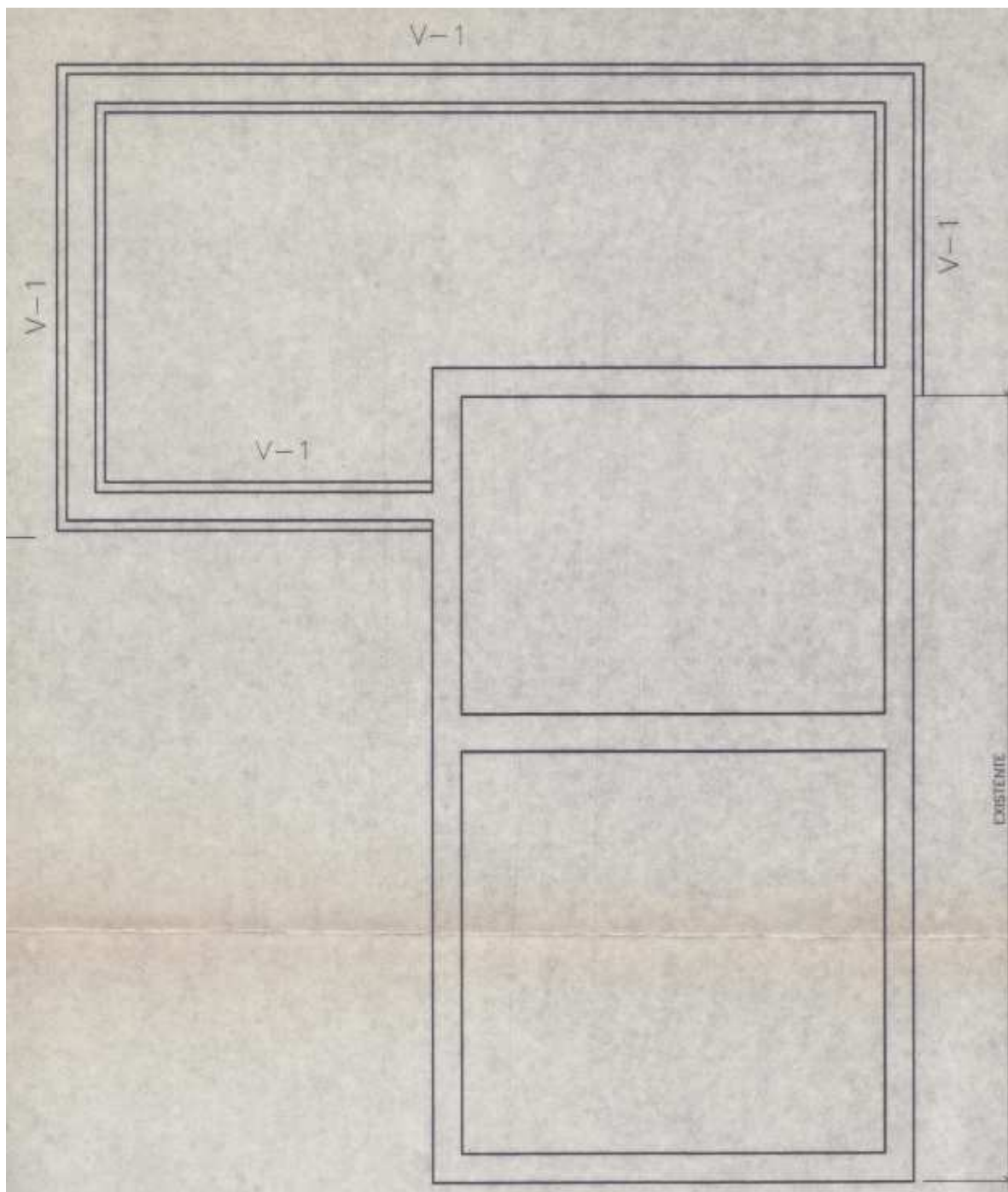


Figura 4.8. d) Plano nº 5.d): Vivienda unifamiliar rural aislada. Plano de cimentación



#### **4.2.7. Plano nº 6: Planta de cubierta (Fig. 4.9.)**

Condicionantes:

- La instalación de evacuación de pluviales se realizará con PVC indicando los  $\varnothing$  correspondientes de salida de los aparatos según CTE.
- El(la) alumno(a) deberá suponer y elegir libremente aquellos elementos que no se especifiquen en la práctica, y se consideren necesarios, atendiendo al apartado 3 “Diseño”, correspondiente al DB-HS5 (página HS5-1); así como al apartado 5 “Construcción”, correspondiente al DB-HS5 (página HS5-13).
- El plano nº 6 adjunto, se entrega en formato A3 y a una escala de 1/100.

Se pide:

- **Plano de cubierta plana**, solucionando correctamente la evacuación del agua de lluvia, para ello se deberán indicar los sumideros necesarios, limatesas y limahoyas, diámetro de las bajantes y colectores, atendiendo al CTE DB-HS5, para las instalaciones de evacuación de aguas pluviales, trazando todos los elementos que se consideren necesarios para la correcta solución del mismo. La cubierta tendrá una pendiente comprendida entre 2 y 3%.

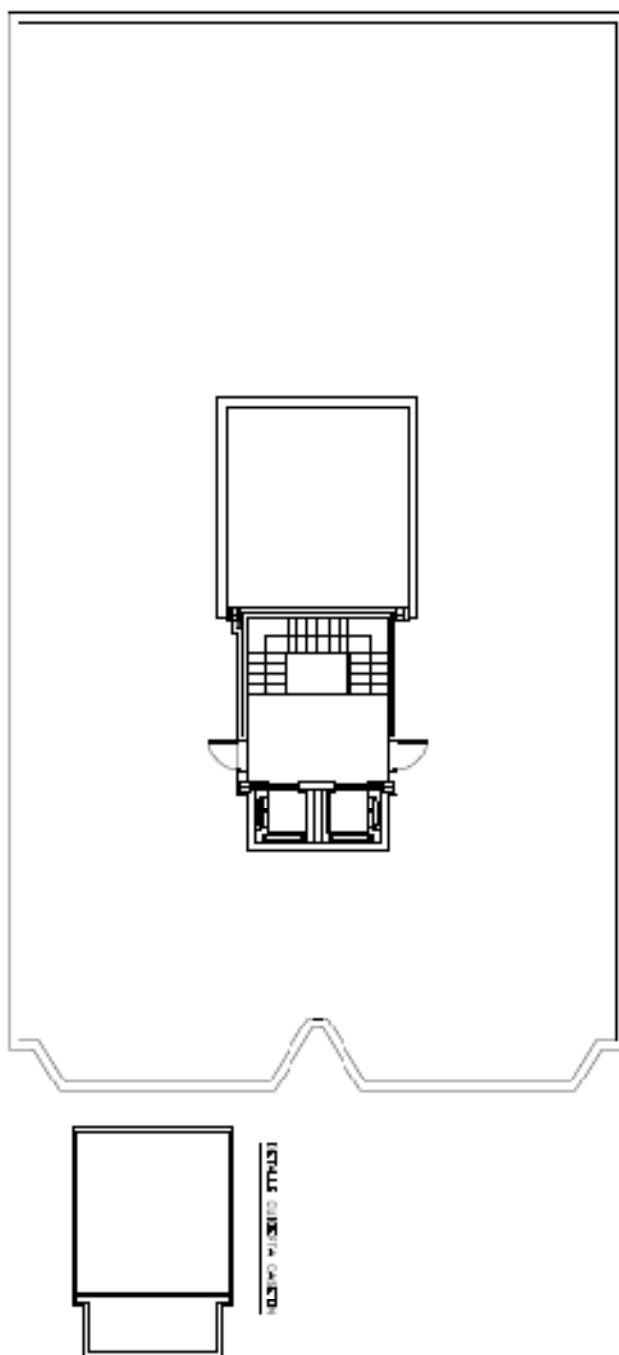


Figura 4.9. Plano nº 6. Planta de cubierta plana





### 4.3. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 3

## CROQUIZADO DE ALGUNOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

Alumno(a): \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

### 4.3.1. Objeto de la práctica

El objetivo de esta práctica es que el(la) alumno(a) conozca los elementos por los que están formados algunos sistemas que componen las instalaciones de suministro y evacuación de aguas. Para ello van a tener que realizar un croquis de los elementos que se le indiquen a continuación.

### 4.3.2. Realización de la práctica



Se pide:

- **Realización de un croquis a mano alzada**, indicando planta, alzado, y sección, de los sistemas pertenecientes a las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, que se indican en la presente práctica.
- Se deberán indicar, y dibujar todos los elementos que compongan estos sistemas, según CTE, realizando si fuera necesario plano de detalle de los mismos.
- **Memoria**, donde se expliquen el funcionamiento de estos sistemas, su ubicación en la edificación, y si cumple con lo exigido en el CTE.
- Se deberá incluir en la misma memoria un **reportaje fotográfico** de los sistemas que se indican.



Sistemas a realizar:

- 1) Armario de acometida en vivienda**
- 2) Cuarto de contadores en edificación en altura**
- 3) Sala de máquinas de caldera**
- 4) Arqueta de paso registrable**
- 5) Sistemas de bombeo y elevación**

Estos sistemas deberán ser reales a elegir por el(la) alumno(a), para ello se deberá incluir en la misma práctica un reportaje fotográfico de estos sistemas, así como la ubicación del edificio o vivienda de donde se hayan realizado.



#### 4.4. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4

##### TEST ONLINE



Alumno(a): \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

##### 4.4.1. Objeto de la práctica

El objetivo de esta práctica es la realización de un dos test online, a través de la herramienta informática Google Docs, para el conocimiento de los(as) alumnos(as) con más profundidad del CTE, en los apartados que afectan a las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, DB-HS 4 y DB-HS 5, respectivamente. Para ello se desarrollan una serie de 20 preguntas, divididas en los dos test, todas ellas extraídas de los Documentos Básicos mencionados.

##### 4.4.2. Realización del test

Dicho test deberá realizarse y enviarse online, a través del enlace que se muestra a continuación:

##### **Test de Abastecimiento de aguas:**

[https://docs.google.com/forms/d/1\\_DSJsM0\\_mhfZQPDYMUgGoiQIZinpYa6CfpZejOouswmc/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1_DSJsM0_mhfZQPDYMUgGoiQIZinpYa6CfpZejOouswmc/viewform)

##### **Test de Evacuación de aguas:**

<https://docs.google.com/forms/d/1dUencfr9x6zQ8ABGI57lbm3-B7zrAN2hCjcPiNmBvak/viewform>



## ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4 - Abastecimiento de aguas

**\*Obligatorio**

**Nombre, apellidos y DNI \***

*Esta pregunta es obligatoria.*

**1.- ¿Se podrá aplicar tratamiento a las tuberías de suministro de agua?**

- ☐ No, ya que éste modificaría la potabilidad del agua
- ☐ Sí, siempre que sirva para cumplir las condiciones expuestas de calidad del agua
- ☐ Sí, pero sólo para evitar la corrosión
- ☐ No, nunca se le aplicará un tratamiento a ningún tipo de material que esté en contacto con fluidos

**2.- ¿Cuál es la presión mínima en grifos?**

- ☐ 100 kPa
- ☐ 100 Pa
- ☐ 100 kg
- ☐ 150 kPa

**3.- La acometida para el suministro de agua debe disponer como mínimo:**

- ☐ Dependerá de la Normativa Municipal de Aguas
- ☐ Llave de toma, tubo de acometida y llave de corte
- ☐ Llave de toma, válvula de pie, tubo de acometida y llave de corte
- ☐ Llave de toma, válvula de registro y llave general de corte

**4.- Los sistemas de control y regulación de la presión se colocarán...**

- ☐ ...simultáneamente para evitar que llegue mucha presión a la vivienda más cercana, y poca presión a la más alejada
- ☐ ...solamente en viviendas rurales o alejadas del núcleo urbano, para regular la presión de éstas
- ☐ ...indistintamente cuando se necesite elevar o reducir la presión
- ☐ ...no se colocarán en edificación

**5.- Las tuberías de agua fría...**

- ☐ ...nunca se colocarán junto a las de agua caliente
- ☐ ...da igual donde se coloque siempre que estén separadas 4 cm
- ☐ ...deben ir siempre por encima de la caliente
- ☐ ...debe ir siempre por debajo de la caliente

**6.- ¿Sería correcto colocar una tubería de polibutileno como ramal de enlace a lavabo de 15 mm?**

- ☐ Tendrá el mismo diámetro que el tubo de alimentación del cuarto húmedo
- ☐ No, tendría que ser de 12 mm
- ☐ Sí, porque el diámetro mínimo es 12 mm
- ☐ Sí, siempre que la presión sea la adecuada



7.- Las protecciones térmicas solamente se considerarán en las instalaciones de ACS

☐ Falso, también se debe tener en cuenta en heladas

☐ Falso, las tuberías no se protegen

☐ Cierto, para evitar que el calor afecte al resto de elementos constructivos de la edificación

☐ Cierto, para evitar las dilataciones de éstas

8.- ¿Cuándo se realizan las pruebas y ensayos en las instalaciones de suministro de agua?

☐ Una vez finalizada la construcción

☐ Transcurridos 24 meses tras finalizar el montaje

☐ Durante el montaje de las instalaciones

☐ Una vez terminada la instalación, estando los componentes vistos y accesorios visibles

9.- Cuando se vayan a colocar varios materiales en la instalación de suministro de agua...

☐ ...el cobre debe ir primero

☐ ...es indiferente el orden de colocación de estos, siempre que según el recorrido del agua se instale primero el de menor potencial electroquímico

☐ ...nunca deben colocarse juntos diferentes materiales en una misma instalación

☐ Las dos primeras son correctas

10.- ¿Se deben vaciar las tuberías de suministro de agua que no se usen?

☐ No, deben estar llenas para su mantenimiento


☐ Sí, si va a estar fuera de servicio más de 6 meses

☐ No, basta con que se tapone la acometida

☐ Sí, siempre, para evitar la acumulación de bacterias en el agua estancada

[Enviar](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de  Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Figura 4.10. Formulario de la Actividad práctica nº 4 – Abastecimiento de aguas



## ACTIVIDAD PRÁCTICA N° 4 - Evacuación de aguas

**\*Obligatorio**

**Nombre, apellidos y DNI \***

*Esta pregunta es obligatoria.*

**1.- No deben instalarse en serie los cierres hidráulicos**

- ☐ Falso, es indiferente cuantos cierres hidráulicos se coloquen
- ☐ Solamente en los fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo
- ☐ Falso, cuantos más cierres se coloquen mejor ventilará la instalación
- ☐ Cierto, si se coloca un bote sifónico no debe colocarse un sifón individual

**2.- La distancia del bote sifónico a la bajante será como máximo**

- ☐ 2 metros
- ☐ 2,5 metros
- ☐ 4 metros
- ☐ 10 metros

**3.- El diámetro de la bajante...**

- ☐ ...se deberá mantener constante a todo su recorrido
- ☐ ...podrá aumentar en el sentido de la corriente
- ☐ ...podrá disminuir en el sentido de la corriente
- ☐ Las respuestas 1 y 3 son correctas

**4.- La bajante y el colector se conectarán con...**

- ☐ ...un pozo de registro
- ☐ ...un codo
- ☐ ...una arqueta a pie de bajante
- ☐ ...un manguetón

**5.- La ventilación primaria debe sobrepasar de la cubierta transitable una distancia...**

- ☐ ...mayor o igual a 5 metros
- ☐ ...mayor o igual a 2 metros
- ☐ ...mayor o igual a 1,30 metros
- ☐ ...mayor o igual a 0,50 metros

**6.- El diámetro de la bajante residual en un edificio de planta baja, dos plantas y ático, con 92 UD's será de:**

- ☐ 63 mm
- ☐ 75 mm
- ☐ 90 mm
- ☐ 110 mm





7.- ¿Y el del colector residual del mismo edificio con una pendiente de 2,5%?

☐ 75 mm

☐ 90 mm

☐ 110 mm

☐ 125 mm

8.- Las bajantes de PVC se sellarán con...

☐ ...colas de gran adherencia o junta elástica

☐ ...soldadura blanda

☐ ...soldadura y junta deslizante

☐ ...junta a enchufe y cordón

9.- Las arquetas "in situ" se realizarán con:

☐ Ladrillo hueco de 1/2 pie, enfoscado y bruñido

☐ Ladrillo macizo de 1/2 pie, enfoscado y bruñido

☐ Solamente se permiten arquetas prefabricadas

☐ Las respuestas 2 y 3 son falsas

10.- Los colectores colgados se fijarán mediante abrazaderas colocadas...

☐ ...según sea necesario para su correcta fijación

☐ ...cada 1,50 m y separadas entre sí 3 cm

☐ ...cada 1,50 m y separadas entre sí 5 cm

☐ ...cada 0,50 m y separadas entre sí 5 cm

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Figura 4.11. Formulario de la Actividad práctica nº 4 – Evacuación de aguas



#### 4.5. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 5

### TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Alumno(a): \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

#### 4.5.1. Objeto de la práctica

El objetivo de esta práctica es la realización de un trabajo de investigación que los(as) alumnos(as) deben realizar, para ampliar y profundizar los conocimientos sobre las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, sobre todo en lo que concierne utilización y construcción con éstos. Para esto se tomará como base el CTE, en los apartados que afectan a las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, DB-HS 4 y DB-HS 5, en sus respectivos apartados 5, 6 y 7, titulados “Construcción”, “Productos de construcción” y “Mantenimiento y conservación”, respectivamente.

#### 4.5.2. Realización de la práctica



Para la realización de la misma, se formarán grupos de trabajo, de 3 personas, y donde las líneas de investigación serán asignadas por el profesor de la asignatura.

#### 4.5.3. Líneas de investigación

- 1) Ventajas e inconvenientes del cobre frente al polietileno reticulado en instalaciones de suministro de aguas.
- 2) Ventajas e inconvenientes del PVC frente al PP en instalaciones de evacuación de aguas.



- 3) Estadísticas de los materiales y componentes utilizados en rehabilitación para las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
- 4) Evolución de los materiales y uniones utilizados en las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, desde el origen hasta la actualidad.
- 5) Patologías más frecuentes y origen de estas en las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
- 6) Formas y propuestas de ahorro de agua en las instalaciones de suministro de agua fría en edificación.
- 7) Formas y propuestas de ahorro de energía en las instalaciones de distribución de ACS en edificación.
- 8) Incidencia de las medidas adoptadas en el ahorro del agua en la construcción.
- 9) Evacuación selectiva de las aguas residuales. Ventajas e inconvenientes de los sistemas separativos y mixtos.
- 10) Controles de periodicidad en el mantenimiento de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.



# CAPÍTULO 5 EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS





## 5. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

El siguiente apartado trata la evaluación de las Actividades Prácticas propuestas en el capítulo anterior “Actividades Prácticas”. Se establecerán todos los procedimientos e instrumentos de evaluación de las mismas, así como los criterios de calificación para garantizar la correcta evaluación de los alumnos y alumnas.

### 5.1. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para poder evaluar si los(as) alumnos(as) han desarrollado las capacidades para alcanzar los objetivos que se especifican en el primer apartado de cada actividad práctica, se emplearán los procedimientos de evaluación. Éstos servirán para poder obtener la información suficiente para valorar adecuadamente si se han alcanzado los objetivos que antes se mencionaban.

Existen numerosos procedimientos de evaluación que se pueden utilizar para ésta, pero en el caso que nos ocupa, es decir, las Actividades Prácticas propuestas en este Proyecto Fin de Carrera, podemos destacar los siguientes utilizados en la evaluación de las actividades prácticas propuestas en el Capítulo 4:

#### Pruebas prácticas



Las pruebas prácticas se van a realizar durante las Actividades Prácticas nº 1, 2 y 3. Durante éstas se pretenderá determinar en qué medida el(la) alumno(a) aplica los conocimientos teóricos aprendidos durante las sesiones de teoría que precederán a éstas actividades.



### **Prueba en el ordenador**



La prueba en el ordenador se desarrollará en la Actividad Práctica nº 4, que consistirá en la realización de dos Test Online, mediante la herramienta informática Google Docs. Estos cuestionarios estarán formados por 10 preguntas cada uno, con contenidos relacionados con el CTE, en concreto con los Documentos Básico DB-HS 4 y DB-HS 5. Se realizará en el aula de informática y de forma individual.

### **Trabajos realizados**



Estos trabajos se refieren al trabajo de investigación perteneciente a la Actividad Práctica nº 5. Durante estos se valorará los contenidos desarrollados así como la expresión escrita de los mismos, utilizando vocabulario específico.

### **Observación directa**



Ésta se realizará de forma sistemática para garantizar mayor objetividad en la evaluación. Se realizará a nivel personal, valorando la iniciativa e interés del alumnado, participación en clase, puntualidad a la hora de entregar el material solicitado; y también se realizará a nivel de equipo, durante las Actividades Prácticas nº 1 y 5.





## 5.2. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN



Los instrumentos de evaluación son el conjunto de documentos que nos facilitan la recogida y el procesamiento de la información y los datos sobre el aprendizaje de los alumnos. Esta recogida de información se hará siempre sobre una observación sistemática del alumnado.

Como instrumento de evaluación vamos a utilizar la **Ficha individual** de seguimiento de cada alumno(a), para la recogida de información de las Actividades Prácticas propuestas. En ella se incorporarán cada uno de los procedimientos de evaluación a emplear en él, así como otras observaciones que se consideren oportunas.



FICHA DE PRÁCTICAS DE SEGUIMIENTO DEL ALUMNO(A)

UNIDAD DIDÁCTICA I: INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
UNIDAD DIDÁCTICA II: INSTALACIONES DE EVACUACIÓN Y SANEAMIENTO



FOTO

Alumno(a): \_\_\_\_\_

DNI \_\_\_\_\_

Grupo de prácticas \_\_\_\_\_

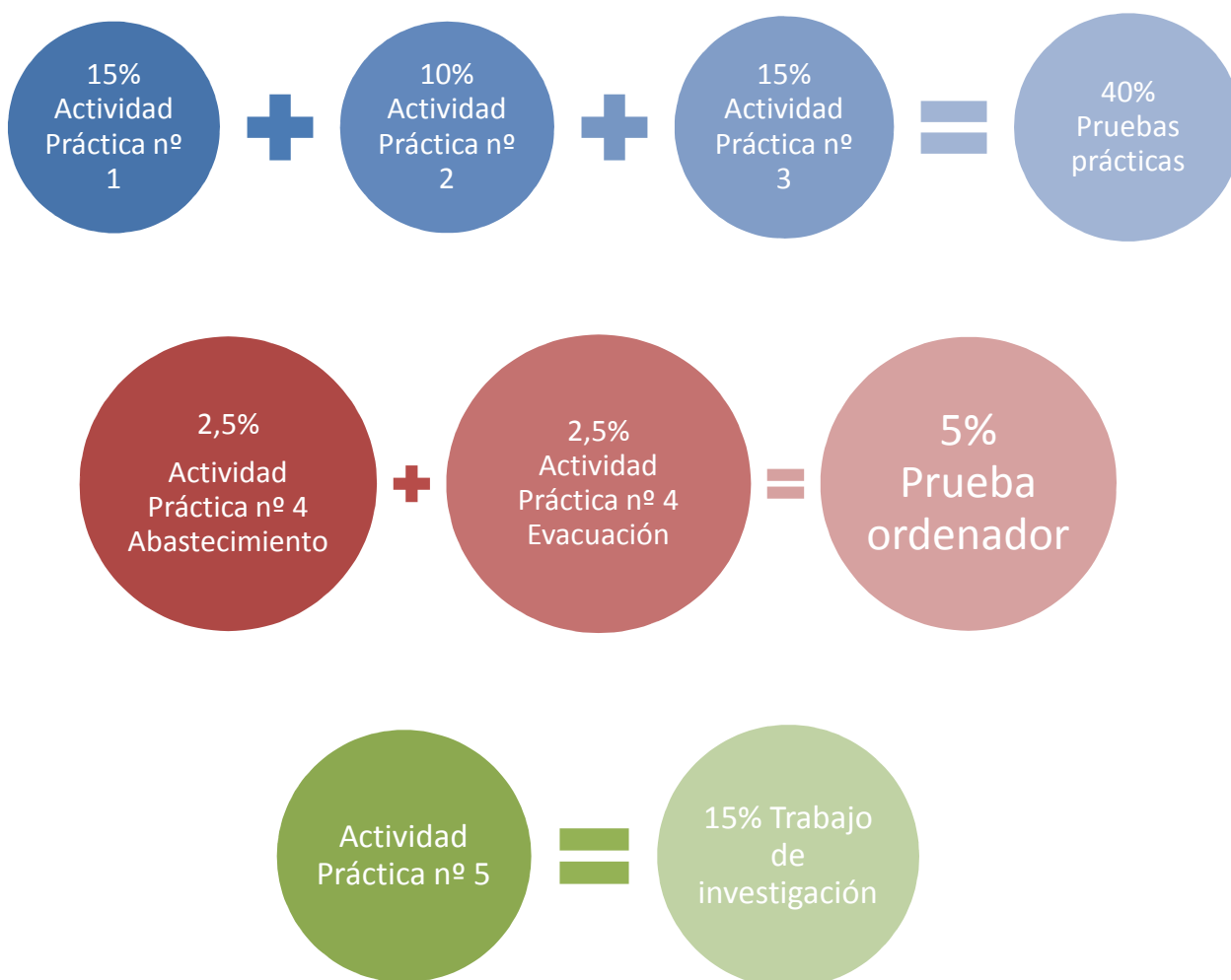
ASPECTOS A EVALUAR		%	CALIFICACIÓN								
40% Pruebas prácticas	Actividad Práctica nº 1	15%	4%		3%		4%		4%		TOTAL
	Actividad Práctica nº 2	10%	1%	1%	1%	2.5%	3%	1.5%	TOTAL		
	Actividad Práctica nº 3	15%	3%		3%		3%		3%		TOTAL
5% Pruebas en el ordenador	Actividad Práctica nº 4	5%	2,5%			2,5%			TOTAL		
15% Trabajo de investigación	Actividad Práctica nº 5	15%	TOTAL								
CALIFICACIÓN TOTAL		60%									
OBSERVACIONES											

Figura 5.1. Ficha de seguimiento individual del alumnado.



### 5.3. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Como Criterios de Calificación, y para completar la evaluación del alumnado, se indica la siguiente asignación porcentual para los diferentes aspectos evaluados, los cuales ya se han especificado anteriormente en la Ficha Individual del alumnado. Solamente se estipula la parte porcentual perteneciente a las Actividades Prácticas, siendo el total de ésta de un 60%, tal como se puede ver reflejado en la Guía de la Asignatura que la Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación establece para la asignatura de Instalaciones I, perteneciendo el 40% restante a la Prueba escrita teórica, perteneciente al examen de la misma, pero teniendo en cuenta solamente la parte correspondiente a las UD I “Instalaciones de abastecimiento de aguas” y UD II “Instalaciones de evacuación y saneamiento”, el resto de unidades didácticas de la asignatura se evaluará aparte.





### 5.3.1. Criterios de calificación según las Actividades prácticas

Durante este apartado se pretende explicar la forma en que se van a evaluar cada una de las Actividades Prácticas propuestas en el Capítulo 4 de este PFG, para lo cual se irá describiendo en cada una de ellas.

#### ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 1

Para evaluar esta actividad se tendrá en cuenta cada uno de los apartados que se piden que realice el(la) alumno(a) en la memoria que deben entregar como resultado de la Actividad Práctica, perteneciente al apartado 4.1.4. de la misma.

En primer lugar vamos a tener en cuenta el porcentaje con el que se pondera a esta Actividad. Si nos vamos al apartado anterior, podemos observar que esta Actividad cuenta con un total de un 15%, con lo que este porcentaje se deberá dividir en cada uno de los apartados que se piden dentro de la memoria.

El primer punto que se pide es el **plano de simbología** de cada uno de los paneles. Estos deberán realizarse preferiblemente mediante Dibujo Asistido por Ordenador, sin importar cual programa informático se utilice, por lo que se valorará positivamente la entrega en este formato, aunque puede realizarse a mano. Así, el porcentaje que se le asigna a este primer punto de la Actividad, dentro del 15% del total será de 4%. Se tendrá en cuenta a la hora de evaluar los mismos:

- Correcta solución del plano.
- Correcto uso de la simbología.
- Total representación de los elementos.
- Orden, limpieza y claridad de los planos.



El segundo punto que se pide en la memoria es la identificación de los **elementos que componen las fotografías** que se adjunta en la guía de la Actividad, Figura 4.1. y 4.2., correspondientes al panel de elementos y al panel didáctico, respectivamente. Para evaluar ésta, se tendrá en cuenta que el(la) alumno ha identificado correctamente, al menos, la mitad de los elementos que se solicitan, en cada uno de los paneles. En este caso, el porcentaje que se le asignará a este segundo apartado será de 3%.

El tercer apartado de la memoria corresponde a la explicación del **recorrido lógico que llevara el agua** en cada uno de los paneles, indicando y explicando los **componentes y accesorios**. Se valorará la correcta explicación de los sistemas de



abastecimiento y evacuación de aguas, así como de los componentes, siguiendo el orden y su ubicación, además de una adecuada expresión, utilizando vocabulario técnico. De este modo, el porcentaje que se aplicará a este apartado será de 4%.

En último lugar tenemos la **Hoja de recogida de datos** de los paneles. Este último apartado se valorará con un porcentaje de 4%, para el cual se tendrá en cuenta que el(la) alumno(a) resuelva correctamente, al menos la mitad del mismo.

### ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 2

Esta Actividad Práctica consiste en la realización de los planos de simbología de las instalaciones tanto de abastecimiento de agua como de evacuación. Por lo tanto, para evaluar esta actividad se tendrá en cuenta cada uno de los seis planos que se les pide a los alumnos que realicen dándole un porcentaje de valoración a cada uno de ellos en función de la dificultad de la realización, y teniendo en cuenta el 10% del total de la práctica. Así, los porcentajes en los que queda distribuida esta actividad, y los cuales también se pueden observar en la ficha individual de los alumnos, antes expuesta, será los siguientes:

- Plano nº 1 → 1%
- Plano nº 2 → 1%
- Plano nº 3 → 1%
- Plano nº 4 → 2,5%
- Plano nº 5 → 3%
- Plano nº 6 → 1,5%



Para valorar la práctica, se tendrá en cuenta al igual que la actividad anterior, los siguientes aspectos:

- Correcta solución del plano.
- Correcto uso de la simbología.
- Total representación de los elementos.
- Orden, limpieza y claridad de los planos.

### ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 3

La Actividad Práctica nº 3, consiste en la **croquización** de sistemas pertenecientes a las instalaciones de abastecimiento y evacuación de aguas, en este caso, reales, es decir, pertenecientes a edificaciones existentes. Para valorar la



práctica, se tendrá en cuenta cada uno de los cinco sistemas que se solicitan, valorándose cada uno de ellos con un 3% de la nota total de la misma, que es 15%. Además, ya que en la realización de los sistemas, no solamente se pide la croquización, sino una **memoria** de los mismos, este 3% quedará dividido a su vez en dos partes, considerándose un 1,5% para la parte del croquis, y un 1,5% para la parte de la memoria.

Por otro lado, en la valoración se tendrá en cuenta, en la parte del croquis, tal como se indica en la propia práctica, la correcta y total realización del alzado, planta y sección, indicando así todos los elementos de los que está compuesta, prestando atención a la limpieza y claridad de los planos. Y en la parte de la memoria, se tendrá en cuenta la correcta explicación de estos sistemas, su justificación con el CTE, prestando también atención a la expresión escrita de estas en cuanto a su utilización de vocabulario técnico.



#### ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4

Esta Actividad Práctica, consiste en la realización de dos **test online**, de un total de 10 preguntas cada uno, con 4 posibles respuestas, todas ellas extraídas de los Documentos Básicos DB-HS4 y DB-HS5, del CTE, respectivamente. La valoración total de la práctica sopesa un 5%, dividido en 2,5% cada uno de los test, por lo que cada una de las preguntas tendrá una valoración de 0,25 puntos. Por cada respuesta errónea, se eliminará una correcta; y las preguntas no contestadas, no se penalizarán.



#### ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 5

La última Actividad Práctica que se propone, consiste en un **trabajo de investigación**. Para lo cual se establecen una serie de 10 líneas, las cuales se repartirán entre los grupos de prácticas.







LÍNEA 1	GR_01	GR_11	GR_21	GR_31	GR_41
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 2	GR_02	GR_12	GR_22	GR_32	GR_42
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 3	GR_03	GR_13	GR_23	GR_33	GR_43
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 4	GR_04	GR_14	GR_24	GR_34	GR_44
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 5	GR_05	GR_15	GR_25	GR_35	GR_45
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 6	GR_06	GR_16	GR_26	GR_36	GR_46
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 7	GR_07	GR_17	GR_27	GR_37	GR_47
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 8	GR_08	GR_18	GR_28	GR_37	GR_48
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 9	GR_09	GR_19	GR_29	GR_39	GR_49
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 10	GR_10	GR_20	GR_30	GR_40	GR_50
	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
LÍNEA 10	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3

Figura 5.2. Tabla de asignación de líneas de investigación



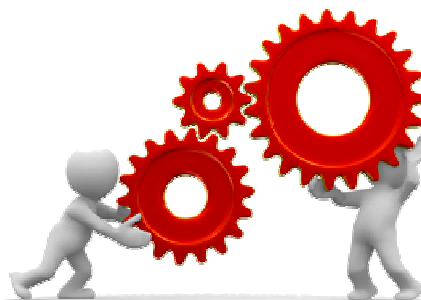
Cada grupo de prácticas estará formado por 3 personas. La asignación de la línea se realizará según el número de cada grupo, para lo cual se le informará al profesor de la asignatura, es decir, el grupo número 1 (GR\_01) tendrá la línea número 1, el segundo grupo (GR\_02) la línea número 2, y así sucesivamente. Y para una mayor aclaración se aporta un cuadro resumen (Figura 5.2.), teniendo en cuenta los grupos iniciales formados al principio de las prácticas.

Finalmente, para la valoración de la práctica se tendrá en cuenta la profundidad con la que se ha tratado la línea propuesta, si se ha abordado con claridad el tema clave, si se ha ampliado el mismo; además de la calidad de la expresión, y lógica de la exposición.

## 5.4. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante este apartado se procederá a la explicación de cómo se han organizado las Actividades Prácticas en cuanto a número de sesiones, grupos de clase o ubicación de emplazamiento de cada una de ellas.

### 5.4.1. Secuenciación de las actividades





Nº ACT	DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN SESIONES	EMPLAZAMIENTO	AGRUPAMIENTOS	ENTREGA
1	Consiste en la visita al laboratorio-taller donde están expuestos 4 paneles didácticos en los que los(as) alumnos(as) van a tener que identificar sus componentes. Una segunda parte de la práctica consiste en la realización de una memoria, la cual se realizará fuera del horario lectivo.	Se necesitarán 3 horas por sesión, y un total de 5 sesiones según los agrupamientos	Laboratorio-Taller	La visita al laboratorio-taller se realizará según los grupos de prácticas, pero la entrega de la memoria será individual. En cada sesión se prevé que asistan 10 grupos de prácticas.	La fecha límite para la entrega será de unas dos semanas después de la visita al laboratorio.
2	Consiste en la realización de la simbología de las instalaciones y en las situaciones que se indican en la ficha de la Actividad. Los planos propuestos en ésta, se realizarán según el desarrollo de la asignatura en las correspondientes sesiones de teoría, por lo que el profesor convocará las sesiones y el plano a realizar en ellas, a través de una notificación en el Aula Virtual.	Se necesitarán 6 sesiones (una por plano) de 2 horas	Aula de dibujo	La realización de la práctica se realizará en su totalidad de forma individual.	La fecha de entrega será 1 semana tras el aviso de iniciación de ésta.



Nº ACT	DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN SESIONES	EMPLAZAMIENTO	AGRUPAMIENTOS	ENTREGA
3	Consiste en la realización de un croquisado in situ de los sistemas de las instalaciones que se indican en edificaciones reales en la ficha de la Actividad. Los sistemas propuestos en ésta, se realizarán según el desarrollo de la asignatura en las correspondientes sesiones de teoría, por lo que el profesor convocará el inicio del sistema realizar en ella, a través de una notificación en el Aula Virtual.	Se necesitará 1 sesión de 2 horas, para la explicación de la práctica en su totalidad.	Aula docente	La realización de la práctica se realizará de forma individual	La fecha de entrega será 1 semana tras el aviso de iniciación de cada sistema solicitado.
4	Consiste en la realización de dos Test online, uno sobre las instalaciones de abastecimiento y otro sobre las de evacuación. La convocatoria de la primera sesión se realizará tras finalizar la explicación teórica de las instalaciones de suministro, y la de la segunda sesión al finalizar las de evacuación.	Se necesitará 2 sesiones de 2 horas, una sesión para cada Test.	Aula de informática	La realización de la práctica se realizará de forma individual	La entrega o envío se realizará al finalizar cada sesión.
5	Consiste en la realización de un Trabajo de Investigación según las líneas establecidas en la ficha de la Actividad. Para la explicación y planteamiento de trabajo se utilizará una sesión de prácticas al inicio de la asignatura.	Se necesitará 1 sesión de 2 horas, para la explicación del trabajo en su totalidad.	Aula docente	La realización de la práctica se realizará de forma grupal, según la asignación de los grupos de trabajo y sus líneas.	La fecha de entrega será 1 semana antes de la fecha del examen establecido para las UD I y II.

Figura 5.3. Secuenciación de las Actividades



*\*Todas las sesiones se iniciarán pasando lista a los(as) correspondientes alumnos(as), ya que la asistencia a las prácticas será obligatoria.*

Todas las sesiones de las prácticas se han establecido en 2 horas según el horario para las mismas establecido en la Guía docente, a excepción de la Actividad Práctica nº 1, que se establecen en 3 horas debido a la complejidad y prolongación de esta.

La entrega de las prácticas puede realizarse por 3 vías: mediante el Aula Virtual, a través del email del profesor, o mediante entrega en mano en las sesiones de teoría previas a la fecha límite.

#### **5.4.2. Espacios didácticos-formativos**



Para el correcto desarrollo de la realización de este material didáctico va ser imprescindible el uso de diferentes espacios para cada una de las prácticas, los cuales se describen a continuación:

- **Taller-laboratorio:** se acudirá durante la primera parte de la Actividad Práctica nº 1, donde estarán montados los cuatro paneles didácticos necesarios para la realización de ésta, así como el panel de elementos de todos ellos. La segunda parte de ésta, es decir, la realización de la memoria, será trabajo individual a realizar fuera del horario lectivo.
- **Aula docente:** se utilizará en el planteamiento y explicación de las Actividades Prácticas nº 3 y 5, y podrá utilizarse el aula convencional usada para la explicaciones teóricas de la asignatura asignada al alumnado. La realización en sí de estas actividades se realizará fuera del horario lectivo.
- **Aula de informática:** se acudirá a esta aula, para la realización de los Test online a través de la herramienta informática Google Docs. Todos los equipos están dotados de conexión a internet, y en los que previamente se habrá enviado por email los cuestionarios de la Actividad Práctica nº 4.



- **Aula de dibujo:** se hará uso de ésta para la Actividad Práctica nº 2, perteneciente a la realización de los planos de simbología.
- **Visita edificaciones tipo:** será necesario y obligatorio, el realizar visitas a edificaciones donde se encuentren los sistemas que se solicitan en la Actividad Práctica nº 3, para el dibujo in situ de los croquis de éstas. El resto de la práctica (memoria), se deberá realizar fuera del horario lectivo.

#### 5.4.3. Organización del alumnado

La organización del alumnado se irá adaptando según las sesiones y las Actividades Prácticas que se estén realizando en ese momento, de dos formas, por un lado grupos de trabajo, y por otro, actividad individual:

- **Trabajo individual:** estará presente, a excepción de la Actividad nº 5 (en su totalidad), y de la Actividad nº 1 (en la visita al taller), en el resto de Actividades planteadas en el Capítulo 4 de este PFG. Por lo tanto, las Actividades Prácticas nº 1 (en la realización de la memoria de la práctica), nº 2, 3 y 4, será obligatorio la entrega de estas de forma individual.



- **Grupos de trabajo.** Se formarán grupos de trabajo que constarán de 3 personas, al inicio de la impartición de las unidades didácticas implicadas en estas prácticas. Éstos tendrán un número de grupo asignado por el profesor de la asignatura o por el profesor de prácticas, el cual se constituirán según el orden de inscripción de los grupos, para lo cual se informará al profesor, es decir, el primer grupo en inscribirse tendrá el número GR\_01, el segundo grupo el número GR\_02, y así sucesivamente. Y para una mayor aclaración se aporta el siguiente cuadro resumen, teniendo en cuenta una media de 150 alumnos(as). La utilización de estos grupos será necesario en dos de las Actividades Prácticas propuestas: en primer lugar para la Actividad nº 5, correspondiente al trabajo de investigación; y en segundo lugar para la Actividad nº 1, pero solamente para la visita al laboratorio-taller, el resto de la actividad se realizará de forma individual.







GR_01	GR_11	GR_21	GR_31	GR_41
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_02	GR_12	GR_22	GR_32	GR_42
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_03	GR_13	GR_23	GR_33	GR_43
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_04	GR_14	GR_24	GR_34	GR_44
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_05	GR_15	GR_25	GR_35	GR_45
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_06	GR_16	GR_26	GR_36	GR_46
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_07	GR_17	GR_27	GR_37	GR_47
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_08	GR_18	GR_28	GR_37	GR_48
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_09	GR_19	GR_29	GR_39	GR_49
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3
GR_10	GR_20	GR_30	GR_40	GR_50
Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1	Alumno(a) 1
Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2	Alumno(a) 2
Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3	Alumno(a) 3

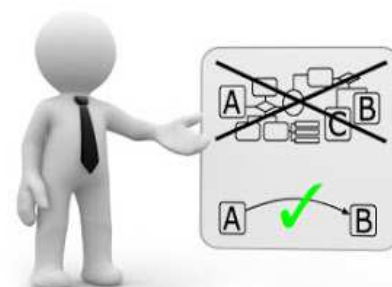
Figura 5.4. Tabla de numeración de los grupos de trabajo.



#### 5.4.4. **Materiales y recursos didácticos**

##### **Materiales**

- Fichas de las Actividades Prácticas (ver Capítulo 4)
- Sistemas de las instalaciones pertenecientes a la Actividad Práctica nº 3.



##### **Recursos didácticos**

- Paneles didácticos expuestos en el laboratorio-taller
- Ordenador
- Pizarra
- Equipos informáticos presentes en el aula de informática.
- Útiles de dibujo (planos, escalímetro, escuadra, etc.)



# CAPÍTULO 6

## JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL CTE EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS





## 6. JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL CTE EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

El presente apartado trata sobre de qué manera se justifican las Actividades Prácticas planteadas en el Capítulo 4, en función del desarrollo, conocimiento y sobre todo aplicación del CTE, en los Documentos Básicos que se están tratando en cuestión, sobre las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, como son el DB-HS 4 y DB-HS 5.

### 6.1. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 1

#### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS Paneles didácticos

Esta primera Actividad Práctica puede justificarse en su aplicación al CTE por dos lados, en primer lugar, en cuanto al DB-HS4, y en segundo lugar en cuanto al DB-HS5.

Las secciones del Documento Básico de Salubridad en su apartado 4 “Suministro de agua”, que se desarrollan serán las siguientes:



- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** este apartado se desarrollará en la realización de los planos de simbología de los paneles, recogido en el apartado número 1) del 4.1.4.
- **3.2. Elementos que componen la instalación (página HS4-5):** durante la identificación de los elementos y componentes que se encuentran en los paneles didácticos (apartado 2), la función que desempeñan cada uno de ellos (apartado 3); así como en la Tabla de recogida de datos (apartado 4).
- **4.3. Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales (página HS4-11):** los diferentes diámetros con los que se realizan las conducciones se pueden ver aplicables en la Tabla de recogida de datos (apartado 4), en cuanto a la identificación del diámetro de las tuberías montadas en los paneles.
- **5.1.1.2. Uniones y juntas (página HS4-15):** las uniones y juntas están presentes en los paneles didácticos montados, por lo que se desarrollará

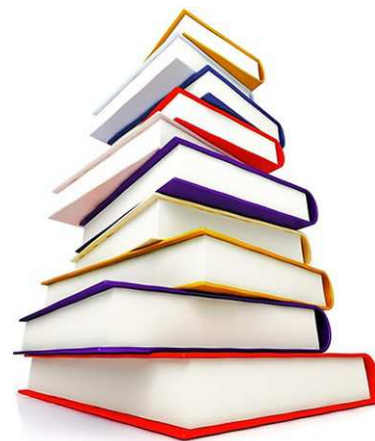


durante la identificación de los elementos y componentes que se encuentran en los paneles didácticos (apartado 2), la función que desempeñan cada uno de ellos (apartado 3); así como en la Tabla de recogida de datos (apartado 4).

- **6.2.1. Condiciones particulares de las conducciones (página HS4-21):** a través de los materiales permitidos en las instalaciones de suministro de agua potable, los cuales tendrán que identificarse en los paneles montados (apartado 2) y en la Tabla de recogida de datos (apartado 4)
- **6.2.3. Válvulas y llaves (página HS4-22):** al igual que las uniones y juntas, las válvulas y llaves también están presentes en los paneles didácticos montados, por lo que se le aplicará el mismo desarrollo de esta sección a la actividad práctica.

Las secciones del Documento Básico de Salubridad en su apartado 5 “Evacuación de aguas”, que se desarrollan serán las siguientes:

- **3.3. Elementos que componen la instalación (página HS5-2):** durante la identificación de los elementos y componentes que se encuentran en los paneles didácticos (apartado 2), la función que desempeñan cada uno de ellos (apartado 3); así como en la Tabla de recogida de datos (apartado 4).
- **4.1.1. Red de pequeña evacuación de aguas residuales (página HS5-6):** en este caso, esta sección se desarrolla a través de el conocimiento de los diámetros de las redes de pequeña evacuación que se deben reconocer en la Hoja de recogida de datos (apartado 4)
- **4.1.2. Bajantes de aguas residuales (página HS5-8):** el desarrollo de las bajantes de aguas residuales se pueden ver tratadas tanto en reconocimiento de los diámetros (apartado 4)
- **4.1.3. Colectores de aguas residuales (página HS5-8):** al igual que en apartado anterior, se trata mediante el reconocimiento de los diámetros en la Hoja de recogida de datos (apartado 4)
- **4.5. Accesorios (página HS5-12):** el tratamiento de los accesorios, en este caso las arquetas, se desarrollará en el apartado 2, de identificación de elementos.
- **5.1. Ejecución de los puntos de captación (página HS5-13), 5.2. Ejecución de redes de pequeña evacuación (página HS5-14), 5.3. Ejecución de**





**bajantes y ventilaciones (página HS5-15) y 5.4. Ejecución de albañales y colectores (página HS5-16):** todos estos apartados se desarrollan mediante el apartado 2 en la explicación de la función que deben de tener los componentes en la red de evacuación que se muestra en el panel didáctico.

- **6.2. Materiales de la canalizaciones, 6.3. Materiales de los puntos de captación y 6.4. Condiciones de los materiales de los accesorios (página HS5-21):** en el caso de estas secciones del DB-HS5, se desarrollarán en el reconocimiento de los materiales usados en el panel mediante la realización de la Hoja de recogida de datos (apartado 4).

## 6.2. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 2

### TRAZADO DE PLANOS DE INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS EN EDIFICACIONES

Al igual que en la Actividad anterior éstas se va a justificar con el CTE, a través del DB-HS4 y por otro lado a través del DB-HS5. Por lo tanto, las secciones del Documento Básico de Salubridad en su apartado 4 “Suministro de agua”, que se desarrollan serán las siguientes:

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** empleando la simbología adecuada en la elaboración de los planos que se indican en la actividad.
- **3. Diseño (página HS4-3):** este apartado estará presente en todos los planos que se proponen en la actividad, en cuanto a la colocación de los elementos que componen la instalación, así como su orden correcto.



- **5.1.1. Ejecución de las redes de tubería. Condiciones generales (página HS4-15):** este apartado también se desarrollará en el trazado de planos para conocer las condiciones en las que se deben realizar las instalaciones de suministro de aguas.

- **5.1.2. Ejecución de los sistemas de medición de consumo. Contadores (página HS4-18):** este apartado se tendrá en cuenta en la realización de los planos nº 4 y 5, donde al tratarse de





planos de edificaciones completas se deberán colocar los correspondientes contadores.

- **5.1.3. Ejecución de los sistemas de control de la presión (página HS4-18):** los sistemas de control de la presión solamente se desarrollarán en el plano nº 4, ya que es en el que se dispone de una edificación en altura.

Ahora, las secciones del Documento Básico de Salubridad en su apartado 5 “Evacuación de aguas”, que se desarrollan serán las siguientes:

- **3. Diseño (página HS5-1):** este apartado estará presente en todos los planos que se proponen en la actividad, en cuanto a la colocación de los elementos que componen la instalación, así como su orden correcto.
- **4.1. Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales (página HS5-6):** se desarrollará este apartado en todos los planos (a excepción del nº 6) en cuanto al conocimiento de los diámetros correspondientes a los aparatos a desaguar.
- **4.2. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales (página HS5-9):** este apartado se tendrá en cuenta en el plano nº 6, como conocimiento del cálculo del número de cazoletas y diámetros de las bajantes y canalones.
- **4.4. Dimensionado de las redes de ventilación (página HS5-10):** se desarrollará principalmente en el plano nº 4 de la edificación en altura, para el establecimiento del diámetro de ésta.
- **5.1. Ejecución de los puntos de captación (página HS5-13):** los puntos de captación como desagües o botes sifónicos son muy importantes en la ejecución de los planos, por lo que se desarrollará este apartado en cada uno de los planos propuestos.
- **5.2. Ejecución de las redes de pequeña evacuación (página HS5-14):** especialmente desarrolladas en los locales húmedos de las viviendas, por lo que se aplicará a los cinco primeros planos.
- **5.3. Ejecución de bajantes y ventilaciones (página HS5-15):** se desarrollará en el plano nº 4 de la edificación en altura, realizando la ejecución en el trazado de éstas.
- **5.4. Ejecución de albañales y colectores (página HS5-16):** solamente se aplicará este apartado en el plano nº 5, donde se podrán trazar y diseñar los





albañales y colectores de la vivienda aislada; y en el plano nº 4, solamente en cuanto a los colectores.

- **5.5. Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo (página HS5-18):** este apartado podremos desarrollarlo tanto en el plano nº 4 como en el nº 5, donde podremos diseñar y realizar la colocación de estos sistemas conforme a los planos propuestos.

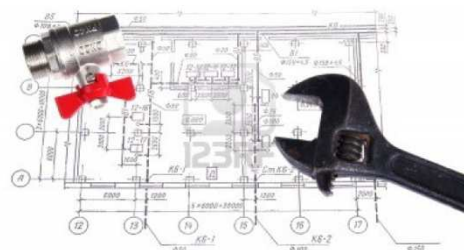
### 6.3. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 3

## CROQUIZADO DE ALGUNOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

Para explicar en la medida que se desarrollan los Documentos Básicos HS-4 y HS-5, en esta Actividad Práctica vamos a ir analizando, cada uno de los sistemas y las secciones de éstos de los cuales es necesario su conocimiento para la correcta realización de la práctica:

### 1) Armario de acometida en vivienda (DB-HS 4)

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** se desarrolla en la aplicación de la simbología al croquis a realizar.
- **3.1. Esquema general de la instalación (página HS4-3):** en el conocimiento de los elementos que debe contener esta red y en concreto la acometida, en cuanto a simbología.
- **3.2.1.1. Acometida (página HS4-5):** este apartado se desarrolla mediante los elementos que debe contener ésta.
- **3.2.1.2.3. Armario o arqueta del contador general (página HS4-5):** en este apartado también se describen los elementos que debe contener la arqueta del contador, por lo que los alumnos deben conocer para conocer si se encuentran todos los elementos de la instalación que hayan elegido.
- **4.1. Reserva de espacio en el edificio (página HS4-10):** al igual que el anterior, para conocer las medidas de la arqueta de contadores.





- **5.1.2. Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores (página HS4-17):** ya que el contador se encuentra dentro de la acometida, este se desarrollará en el conocimiento y aplicación de estos.

## 2) Cuarto de contadores en edificación en altura (DB-HS 4)

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** se desarrolla para la realización del croquis del cuarto de contadores.
- **3.1. Esquema general de la instalación (página HS4-3):** este apartado lo vamos a desarrollar en cuanto a la simbología a utilizar para el esquema de los contadores del edificio.
- **3.2.1.2.7. Contadores divisionarios (página HS4-6):** este apartado se desarrollará en relación a la memoria para el conocimiento de la correcta ubicación de éstos.
- **4.1. Reserva de espacio en el edificio (página HS4-10):** se tendrá en cuenta también en la memoria para saber si el cuarto de contadores cumple con las medidas mínimas.

## 3) Sala de máquinas de caldera (DB-HS 4)

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** al igual que el resto de sistemas se utilizará en la realización del croquis de la sala de calderas.
- **3.2.2.2. Regulación y control (página HS4-9):** se desarrollará en la aplicación de la memoria para conocer si cumple con el sistema de recirculación que este apartado exige.

## 4) Arqueta de paso registrable (DB-HS 5)

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** aplicable en la realización del croquis de la arqueta.
- **4.5. Accesorios (página HS5-12):** se desarrollará en la realización de la memoria para el conocimiento de las dimensiones mínima que deben de tener las arquetas y si cumple con lo establecido.
- **5.4.5.1. Arquetas (página HS5-18):** al igual que el anterior también se aplicará en la memoria, en la ejecución de éstas y si cumple con la elegida de la edificación.





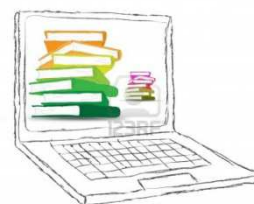
## 5) Sistemas de bombeo y elevación (DB-HS 5)

- **Apéndice D. Simbología (página HS4-33):** en los sistemas de elevación y bombeo también se aplicará la simbología para el croquizado de éstos.
- **3.3.2.1. Sistemas de bombeo y elevación (página HS5-4):** se aplicará en la memoria de la actividad en cuanto a la aplicación de ésta en los componentes de estos sistemas.
- **5.5.2. Dispositivos de elevación y control (página HS5-19):** se desarrollará para la realización de la memoria para el conocimiento de la ejecución de estos sistemas en cuanto al cumplimiento de este apartado.

### 6.4. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 4

#### TEST ONLINE

En esta Actividad Práctica, se ha pretendido hacer un repaso por las secciones más importantes tanto del **Documento Básico HS-4** y del **Documento Básico HS-5**, por lo que se puede decir que en las 20 preguntas de los test, se puede integrar como desarrollo de ambos documentos básicos.



### 6.5. ACTIVIDAD PRÁCTICA Nº 5

#### TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Esta última Actividad Práctica, al ser un trabajo de investigación, se centra menos en profundizar en el CTE, en los dos documentos relacionados con estas instalaciones, pero aún así, se pueden extraer ciertos puntos en común con él, los cuales se describen en función de las líneas de investigación planteadas:

- 1) **Ventajas e inconvenientes del cobre frente al polietileno reticulado en instalaciones de suministro de aguas.**



- **2.1.1. Calidad del agua (página HS4-1):** este apartado se puede relacionar en cuanto a cómo afectan los diferentes materiales a la calidad del agua y los posibles tratamientos que se le pueden aplicar.
- **6. Productos de construcción (página HS4-21):** este apartado se desarrollará en su totalidad comparando ambos materiales, en cuanto a incompatibilidades o condiciones que deben cumplir éstos.

## 2) Ventajas e inconvenientes del PVC frente al PP en instalaciones de evacuación de aguas.

- **6. Productos de construcción (página HS5-20):** al igual que en la línea anterior, se desarrollará en la comparativa de condiciones que deben cumplir o diferentes accesorios de éstos.



- ## 3) Estadísticas de los materiales y componentes utilizados en rehabilitación para las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
- ## 4) Evolución de los materiales y uniones utilizados en las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, desde el origen hasta la actualidad.

- **2.1.1. Calidad del agua (página HS4-1):** se desarrollará en las líneas 3 y 4 para el estudio de los diferentes materiales utilizados.
- **6. Productos de construcción (página HS4-21):** en este apartado se pueden examinar varios tipos de materiales y sus componentes.
- **6. Productos de construcción (página HS5-20):** se analizará el estudio de los materiales en cuanto a condicionantes o accesorios de los que está compuesta la instalación.

## 5) Patologías más frecuentes y origen de éstas en las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.

- **5.2. Puesta en servicio (página HS4-20)**
- **7. Mantenimiento y conservación (página HS4-23)**
- **5.6. Pruebas (página HS5-19)**
- **7. Mantenimiento y conservación (página HS5-21)**



Todos estos apartados se desarrollarán con esta línea estudiando en qué medida la no realización de la correspondiente puesta en servicio de ambas



instalaciones, o un mal uso de las mismas pueden estropear y deteriorar las mismas.

**6) Formas y propuestas de ahorro de agua en las instalaciones de suministro de agua fría en edificación.**

- **2.3 Ahorro de agua (página HS4-3)**

- **3.6 Ahorro de agua (página HS4-6)**

Ambos apartados se desarrollarán en qué tipo de Elementos que deben instalar en las instalaciones para el ahorro de agua, así como los diferentes sistemas en éstas.

**7) Formas y propuestas de ahorro de energía en las instalaciones de distribución de ACS en edificación.**

- **3.2.2 Instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS) (página HS4-9):** se desarrollará en el conocimiento de estas instalaciones para los dispositivos y sistemas para el ahorro de energía en el calentamiento de ésta.

**8) Incidencia de las medidas adoptadas en el ahorro del agua en la construcción.**

- **2.3 Ahorro de agua (página HS4-3)**

- **3.6 Ahorro de agua (página HS4-6)**

Estos apartados son un buen punto de partida para el estudio de cómo indican las medidas de ahorro de agua durante la construcción y diseño de las edificaciones, tanto en el tema económico como medioambiental.



**9) Evacuación selectiva de las aguas residuales. Ventajas e inconvenientes de los sistemas separativos y mixtos.**

- **4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales (página HS5-6):** se podrá desarrollar a través del estudio de esta red, para una posterior comparativa con la de pluviales.





- **4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales (página HS5-9):** al igual que en el apartado anterior, a través del estudio de la red de aguas pluviales.

**10) Controles de periodicidad en el mantenimiento de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.**

- **7 Mantenimiento y conservación (página HS4-23):** este apartado se desarrollará en el conocimiento de cuáles son los sistemas de mantenimiento y conservación de la instalación de suministro.
- **7 Mantenimiento y conservación (página HS5-21):** al igual que el apartado anterior, servirá para el estudio del mantenimiento de las instalaciones de evacuación.





INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y EVACUACIÓN DE AGUAS

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA INTRODUCCIÓN A PRÁCTICAS

Universidad Politécnica de Cartagena | Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación

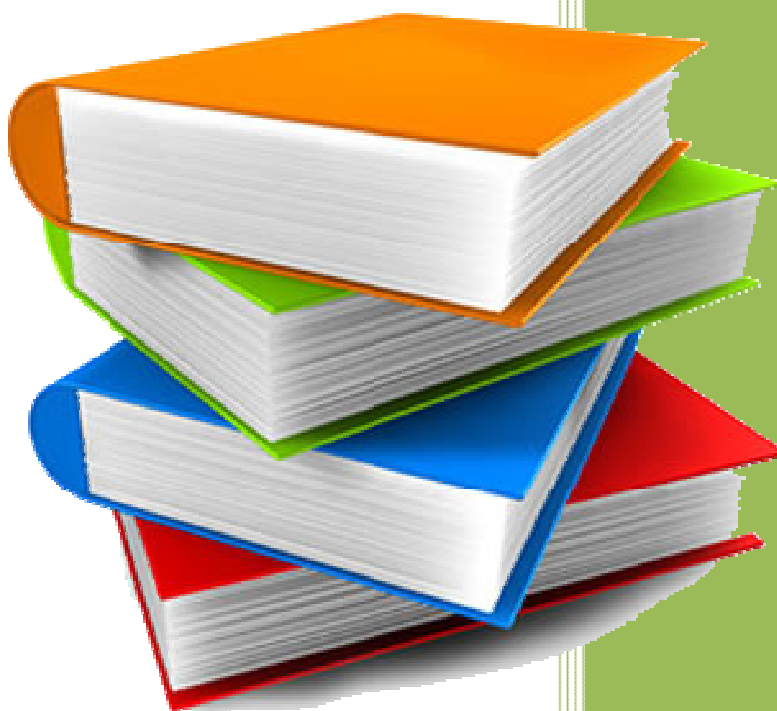
María Manuela Martínez López

Proyecto Fin de Grado



# CAPÍTULO 7

## OBJETIVOS, COMPETENCIAS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CONTENIDOS





## 7. OBJETIVOS, COMPETENCIAS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CONTENIDOS

En el presente apartado, se pretende establecer una relación entre los objetivos, competencias, criterios de evaluación y contenidos, todos ellos específicos en relación a las Actividades Prácticas propuestas en el Capítulo 4, y sus homónimos establecidos en la Guía docente de la asignatura Instalaciones I, para la Titulación de Grado de Ingeniería de Edificación, de la presente Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación de la UPCT; y relacionando, a su vez, estos mismos apartados con las mencionadas Actividades Prácticas, en cuanto al desarrollo de los mismos.

### 7.1. OBJETIVOS

#### 7.1.1. Objetivos Didácticos a alcanzar con las Actividades Prácticas

En primer lugar, se mencionarán los objetivos didácticos que para este Proyecto Fin de Grado se han seleccionado específicos a las Actividades Prácticas propuestas, y que los alumnos y alumnas deben alcanzar al finalizar las mismas.

DESIGNACIÓN	OBJETIVOS DIDÁCTICOS DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS
OD_01	Identificar los principales elementos constructivos que componen las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, así como sus correspondientes accesorios, y el tipo de unión empleado para la construcción de estas.
OD_02	Definir los componentes que forman las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
OD_03	Explicar la función que desempeñan los elementos y sistemas que componen las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
OD_04	Diseñar y trazar la correcta situación y delineación de ambas instalaciones.
OD_05	Conocer el orden y la ubicación correcta de cada uno de los componentes y sistemas de estas instalaciones.
OD_06	Analizar y reconocer la normativa a aplicar en ambas instalaciones.
OD_07	Apreciar y tener conciencia de la correcta construcción y mantenimiento de estas instalaciones en la edificación.



### 7.1.2. Objetivos Generales de la asignatura

Los objetivos generales de la asignatura que se establecen en la Guía docente de la misma, serán los que se muestran a continuación.

DESIGNACIÓN	OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA
OG_01	Dirigir la ejecución material de las obras de edificación, de sus instalaciones y elementos, llevando a cabo el control cualitativo y cuantitativo de lo construido mediante el establecimiento y gestión de los planes de control de materiales, sistemas y ejecución de obra, elaborando los correspondientes registros para su incorporación al Libro del Edificio. Llevar el control económico de la obra elaborando las certificaciones y la liquidación de la obra ejecutada.
OG_02	Elaborar los proyectos técnicos y desempeñar la dirección de obras de edificación en el ámbito de su habilitación legal

### 7.1.3. Objetivos de Aprendizaje de la asignatura

De la misma manera los objetivos de aprendizaje de la asignatura que se establecen en la Guía docente de ésta, serán los que se muestran a continuación, pertenecientes tanto a la Unidad Didáctica I “Instalaciones de abastecimiento de agua”, y a la Unidad Didáctica II “Instalaciones de evacuación y saneamiento”.

DESIGNACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA UD I Y UD II
OA_01	Aplicar los conceptos físicos al diseño de la instalación.
OA_02	Conocimiento de cada uno de los elementos, ubicación y funciones.
OA_03	Diseño y cálculo de la instalación para realizar un abastecimiento a presiones adecuadas.
OA_04	Conocer los elementos auxiliares.
OA_05	Ejecutar estas instalaciones y realizar el mantenimiento.

### 7.1.4. Relación de Objetivos



OBJETIVOS DIDÁCTICOS PFG	OBJETIVOS GENERALES GUÍA DOCENTE	OBJETIVOS APRENDIZAJE GUÍA DOCENTE	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
OD_01	OG_01	OA_02 OA_04	Nº 1 Nº 3
OD_02	OG_01	OA_02 OA_04	Nº 1 / Nº 3 / Nº 5
OD_03	OG_01	OA_02 OA_04	Nº 1 / Nº 3 / Nº 5
OD_04	OG_01 OG_02	OA_01 OA_03	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
OD_05	OG_01	OA_02	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
OD_06	OG_02	OA_02 / OA_03 OA_04	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3 Nº 4 / Nº 5
OD_07	OG_01	OA_05	Nº 2 / Nº 3 / Nº 5

## 7.2. COMPETENCIAS

### 7.2.1. Competencias a adquirir con las Actividades Prácticas

Como competencias que los alumnos y alumnas deben adquirir a lo largo del desarrollo de las Actividades Prácticas que se proponen en este Proyecto Fin de Grado, se describen una serie de competencias específicas de estas actividades.

DESIGNACIÓN	COMPETENCIAS DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS
CA_01	Distinción de los principales componentes y sistemas, de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas aplicables en obras de edificación
CA_02	Reconocimiento del uso correcto de los productos de construcción, accesorios y uniones correspondientes a ambas instalaciones durante la construcción en obra
CA_03	Manejo del Dibujo Asistido por ordenador en la elaboración de planos de simbología
CA_04	Interpretación de planos de instalaciones de suministro y evacuación de aguas
CA_05	Aplicación y conocimiento de la normativa perteneciente a dichas instalaciones
CA_06	Concienciación de la importancia de una buena práctica constructiva, así como el mantenimiento de estas instalaciones
CA_07	Capacidad de trabajo en equipo y resolución de problemas



### 7.2.2. Competencias específicas de la asignatura

Las competencias específicas de la asignatura que se establecen en la Guía docente, y que el alumnado deberá adquirir serán los que se muestran a continuación.

DESIGNACIÓN	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE LA ASIGNATURA
CE_01	Fundamentos teóricos y principios básicos de la mecánica de fluidos aplicados a los edificios.
CE_02	Fundamentos teóricos y principios básicos de la hidráulica aplicados a los edificios.
CE_03	Fundamentos teóricos y principios básicos de la electricidad y electromagnetismo aplicados a los edificios.
CE_04	Fundamentos teóricos y principios básicos de la calorimetría e higrotermia aplicadas a los edificios.
CE_05	Fundamentos teóricos y principios básicos de la acústica aplicada a los edificios.

### 7.2.3. Competencias transversales de la asignatura

Por otro lado, la Guía docente de la asignatura, establece una serie de competencias transversales, es decir, competencias comunes al resto de asignaturas del Grado, y que son las que se muestran en la siguiente tabla:

DESIGNACIÓN	COMPETENCIAS TRANSVERSALES DE LA ASIGNATURA
CT_01	Capacidad de análisis y síntesis
CT_02	Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
CT_03	Resolución de problemas
CT_04	Toma de decisiones
CT_05	Aprendizaje autónomo
CT_06	Sensibilidad hacia temas medioambientales
CT_07	Motivación por la calidad

### 7.2.4. Relación de las competencias





COMPETENCIAS PFG	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS GUÍA DOCENTE	COMPETENCIAS TRANSVERSALES GUÍA DOCENTE	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
CA_01	CE_02	CT_01 / CT_03 CT_04 / CT_05	Nº 1 Nº 3
CA_02	CE_02	CT_01 / CT_03 CT_04 / CT_05	Nº 1
CA_03	CE_02	CT_02 / CT_05	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
CA_04	CE_02	CT_01 / CT_03 CT_04 / CT_05	Nº 2 Nº 3
CA_05	CE_02	CT_01 / CT_04 CT_05 / CT_07	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3 Nº 4 / Nº 5
CA_06	CE_02	CT_06 / CT_07	Nº 3 / Nº 4 / Nº 5
CA_07	CE_02	CT_03 CT_04 / CT_05	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3 Nº 4 / Nº 5

### 7.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RESULTADOS ESPERADOS DEL APRENDIZAJE

#### 7.3.1. Criterios de Evaluación a superar con las Actividades Prácticas

Los alumnos y alumnas que realicen las Actividades Prácticas propuestas deberán superar unos criterios de evaluación, los cuales servirán para evaluar si han superado la asignatura. Por lo tanto, los criterios de evaluación de las Actividades Prácticas propuestas en el Capítulo 4, son los que se establecen a continuación:

DESIGNACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
CR_01	Reconoce los componentes y materiales con los que se construyen las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, así como los sistemas de unión adecuados en ellos.
CR_02	Explica y analiza el funcionamiento de los sistemas constructivos de estas instalaciones, así como de sus componentes.
CR_03	Organiza, en el orden correcto, dichos componentes.
CR_04	Dibuja e identifica de forma correcta el trazado de ambas instalaciones.
CR_05	Conoce y aplica la normativa correspondiente a las instalaciones de suministro y evacuación de aguas.
CR_06	Asume la importancia de la correcta construcción de estas instalaciones, así como de la influencia que tiene en el medio ambiente y en su mantenimiento.



### 7.3.2. Resultados esperados del aprendizaje de la asignatura

Como se ha mencionado anteriormente, los alumnos y alumnas deben superar los criterios antes expuestos para superar la asignatura, por lo que se espera que se obtengan una serie de resultados con el aprendizaje de la misma. La Guía docente de la asignatura muestra los siguientes:

DESIGNACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS DEL APRENDIZAJE
RE_01	Aptitud para representar y reconocer visualmente las instalaciones presentes en la asignatura.
RE_02	Aptitud para la aplicación de los conceptos físicos a las instalaciones de la edificación.
RE_03	Aptitud para calcular, diseñar, integrar en edificios y ejecutar estas instalaciones.
RE_04	Comprensión de los problemas relativos a las instalaciones.
RE_05	Capacidad de concepción necesaria para satisfacer los requisitos de los usuarios de un edificio.
RE_06	Aptitud para aplicar las normas técnicas y constructivas.
RE_07	Conocimiento de la sostenibilidad y principios de conservación de los recursos energéticos.

### 7.3.3. Relación de los criterios de evaluación y los resultados de aprendizaje

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
CR_01	RE_03 RE_04	Nº 1 Nº 3
CR_02	RE_02 RE_03 / RE_04	Nº 1 / Nº 3
CR_03	RE_03 RE_04 / RE_05	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
CR_04	RE_01 RE_03 / RE_05	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
CR_05	RE_06	Nº 1 / Nº 2 / Nº 3
CR_06	RE_03 RE_04	Nº 1 / Nº 4 / Nº 5
CR_01	RE_03 RE_04 / RE_07	Nº 3 / Nº 5



## 7.4. CONTENIDOS

### 7.4.1. Contenidos a desarrollar con las Actividades Prácticas

Las Actividades Prácticas propuestas en el Capítulo 4, están basadas en una serie de contenidos, sobre los que se centra el currículo de esta asignatura. Dichos contenidos se pueden observar en la siguiente tabla:

DESIGNACIÓN	CONTENIDOS DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS
CN_01	Elementos y componentes de un circuito de abastecimiento de aguas
CN_02	Elementos y componentes de un circuito de saneamiento
CN_03	Recorrido del agua: desde la acometida al pozo
CN_04	Normativa y simbología de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas
CN_05	Diseño y trazado de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, según normativa, simbología y condiciones dadas
CN_06	Concienciación sobre la construcción y mantenimiento de instalaciones de suministro y evacuación de aguas
CN_07	Consumo y uso correcto del agua: influencia en el medio ambiente

### 7.4.2. Contenidos según el Plan de estudios de la asignatura

Los contenidos que establece el Plan de estudios de la asignatura y que están reflejados en la Guía docente de la misma, son los siguientes:

DESIGNACIÓN	CONTENIDOS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA ASIGNATURA
CP_01	Introducción a las instalaciones.
CP_02	Realización de distribuciones y esquemas básicos.
CP_03	Cálculo, diseño y distribución de las instalaciones básicas de una edificación, a partir de los fundamentos teóricos y principios básicos de la física aplicados a la edificación.
CP_04	Fomento de la limitación de la demanda energética y el buen aprovechamiento de los recursos energéticos e hidráulicos.



### 7.4.3. Contenidos según el Programa de Teoría de la asignatura

De la misma forma, también se establecen los contenidos de la asignatura según el Programa de Teoría, divididos según nos encontremos en la Unidad Didáctica I “Instalaciones de abastecimiento de agua” o en la Unidad Didáctica II “Instalaciones de evacuación y saneamiento”, y los cuales son los que se muestran en las dos tablas siguientes:

DESIGNACIÓN	CONTENIDOS SEGÚN PROGRAMA DE TEORÍA UD I
CPT_I_01	Normativa de aplicación.
CPT_I_02	Instalaciones de abastecimiento de agua fría. Partes y Elementos.
CPT_I_03	Comportamiento del agua en las instalaciones.
CPT_I_04	Elementos de sobre-elevación de agua.
CPT_I_05	Instalaciones de ACS.
CPT_I_06	Cálculo y distribución de la instalación de abastecimiento de agua.
CPT_I_07	Caso práctico.

DESIGNACIÓN	CONTENIDOS SEGÚN PROGRAMA DE TEORÍA UD II
CPT_II_01	Normativa de aplicación.
CPT_II_02	Partes de la instalación de evacuación de agua.
CPT_II_03	Tratamiento de aguas residuales.
CPT_II_04	Dimensionado de la instalación.
CPT_II_05	Caso Práctico.



#### 7.4.4. Relación de los contenidos

CONTENIDOS PFG	CONTENIDOS PLAN ESTUDIOS GUÍA DOCENTE	CONTENIDOS PROGRAMA TEORÍA GUÍA DOCENTE	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
CN_01	CP_01	CPT_I_02 / CPT_I_04 CPT_I_05 / CPT_I_07	Nº 1 Nº 3
CN_02	CP_01	CPT_II_02 CPT_II_05	Nº 1 Nº 3
CN_03	CP_03	CPT_I_03 / CPT_I_04 CPT_I_05 / CPT_I_07 CPT_II_03 / CPT_II_05	Nº 1 Nº 3
CN_04	CP_03	CPT_I_01 / CPT_I_07 CPT_II_01 / CPT_II_05	Nº 1 / Nº 2 Nº 3 / Nº 4
CN_05	CP_02 CP_03	CPT_I_06 / CPT_I_07 CPT_II_04 / CPT_II_05	Nº 1 Nº 2
CN_06	CP_03	CPT_I_06 / CPT_I_07 CPT_II_04 / CPT_II_05	Nº 3 Nº 4 / Nº 5
CN_07	CP_04	CPT_I_06 / CPT_I_07 CPT_II_05	Nº 5



# BIBLIOGRAFÍA







## 8. BIBLIOGRAFÍA

En este apartado se muestra la bibliografía seguida con referencia para la elaboración de este Proyecto Fin de Grado, dividida en tres subapartados: en primer lugar, la referencia bibliográfica, en cuanto a libros, revistas, catálogos o manuales; en segundo lugar, la bibliografía con referencias a las normativas; y por último, bibliografía referencia en páginas webs.

### 8.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- ARIZMENDI BARNES, L.J. (1996). *“Instalaciones hidráulicas de ventilación y de suministros con gases combustibles”*. Navarra: EUNSA.
- ARIZMENDI BARNES, L.J. (1996). *“Ejemplos de proyectos de instalaciones en edificios de viviendas. Tomo primero”*. Navarra: EUNSA.
- ARIZMENDI BARNES, L.J. (1996). *“Ejemplos de proyectos de instalaciones en edificios de viviendas. Tomo segundo”*. Navarra: EUNSA.
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) (2010) *“Guía técnica de agua caliente sanitaria central”*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- AyC. Proyectos Sanitarios
- Boletín Informativo Digital de la Autoridad Nacional del Agua
- Catálogo AICOVA de Tratamiento de agua
- Catálogo de productos DICONA.
- Catálogo de Producto. ROCA.



- Catálogo de tecnologías. GAS NATURAL FENOSA
- Catálogo DURATOP
- Catálogo FAGOR 2009. Energía solar térmica
- Catálogo General de Productos BORONDO
- Catálogo GRUPO THISA
- Catálogo HIDRITEC
- Catálogo KERAMO. Gama, manejo e instalación
- Catálogo RIUVERT. Ficha técnica A-112
- Catálogo Técnico URALITA. *Soluciones para la edificación*. Adequa Uralita.
- Catálogo TEHSA, S.L.
- Catálogo VERANO. Instalaciones de mantenimiento
- *Diccionario de la Real Academia Española (DRAE)*
- FERRANDO PÉREZ, R. JIMÉNEZ MARTORELL, P. (2005) “*Ciclo Formativo Montaje y Mantenimiento de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor. Grado Medio. Módulo 8. Instalaciones de Agua y Gas. Tomo 1*”. Valencia: Consejería de Cultura, Educación y Deporte. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Valencia.
- FRANCO HIDALGO, F. (2007) “*Proyecto Final de Carrera de 15 viviendas unifamiliar, garajes y locales comerciales*”. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- G3 Construcciones
- Grup GHS. Empresa constructora
- Información técnico-comercial de JUNKERS
- Manual de instalación y uso de equipos compactos FAGOR
- Manual POLIMEX
- Manual Técnico STIEBER ELTRON. Calentadores Eléctricos Instantáneos
- Manual Técnico y de Instalación. MULTI STANDARD.
- MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2007) “*Nuevo manual de instalaciones de fontanería, saneamiento y calefacción*”. Madrid: A. MADRID VICENTE, EDICIONES



- MARTÍNEZ LÓPEZ, M.M. (2011) *“Proyecto Final de Carrera de Vivienda Unifamiliar Aislada”*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- PASCUAL MOYA, A. (2008) *“Proyecto Final de Carrera de Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio”* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- POSADA, P. (2013) *“PCPI IES Aurora Picornell. Tema 5”*. Palma de Mallorca
- ROCA SUAREZ, M. CARRATALA FUENTES, J. *“Saneamiento. Tema 2. Materiales de las redes de desagüe”*. Las Palmas de Gran Canaria: Departamento de construcción arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- RODRIGUES-AVIAL, M. (1987). *“Instalaciones sanitarias para edificios”*. Madrid: Bellisco.
- SORIANO RULL, A. (2007) *“Evacuación de aguas residuales en edificios”*. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas
- SORIANO Rull, A. (2008) *“Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales”*. Barcelona: Editorial UOC
- TRILLO MONTSORÍU, J. (1995) “El saneamiento. Historia reciente, estado actual y perspectivas de futuro. OP. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 31 (1)”. En [http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_articulo/op/31/op31\\_1.htm](http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/op/31/op31_1.htm)
- UNE-EN ISO 1452 (2011) *“Comité Técnico de Certificación CTC 001 PLÁSTICOS. Boletín nº 2.1.”* AENOR
- UREÑA, V. (2008) *“Proyecto Final de Carrera de Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio”* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena
- VÁZQUEZ ARENAS, G. (2011) *“Manual de Instalaciones de fontanería, evacuación y saneamiento y energía solar en edificación”*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- WELLPOTT, E. (2009) *“Las instalaciones en los edificios”*. Barcelona: Gráficas 92.



## 8.2. REFERENCIAS LEGALES



- **Código Técnico de la Edificación (CTE)**
- **Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (LOU)**; BOE, núm. 307 de 24 de diciembre de 2001, modificada por la **Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, de Universidades** (BOE, núm. 89 de 13 de abril de 2007)
- **Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)**
- **ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre**, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de **Arquitecto Técnico**.
- **ORDEN ECI/3856/2007, de 27 de diciembre**, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de **Arquitecto**.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**

## 8.3. WEBGRAFÍA



- Generador de precios <http://generadorprecios.cype.es/>
- Tecno 12-18 <http://www.tecno12-18.com/>



# ANEXO I DESCRIPCIÓN DEL PANEL DIDÁCTICO





## ANEXO I. DESCRIPCIÓN DEL PANEL DIDÁCTICO

Tal y como se ha mencionado en la Actividad Práctica nº 1, ésta va a consistir en la identificación de los principales elementos de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, y para esto se necesitan una serie de cuatro paneles didácticos donde estarían montadas diferentes trazados de estas instalaciones. Pues bien, para ello, se ha construido un panel de estos cuatro a modo de ejemplo. Con esto se ha pretendido comprobar la efectividad de estos, y si era factible en términos tanto materiales, como didácticos.

Por lo tanto, durante el presente Anexo, se hace una descripción del mismo, explicando su composición, su funcionamiento, y su proceso constructivo.

### I.1. DESCRIPCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL PANEL

Se trata de un panel en el que se encuentran vistas las instalaciones de suministro y evacuación de aguas. Este panel, que a continuación voy a describir, es solamente un ejemplo de lo que se puede realizar y diseñar, evidentemente existen numerosas opciones, aun así, en él se encuentran todos y cada uno de los componentes que debe contener una instalación básica de suministro y evacuación de aguas.

El elemento sustentador de los componentes será de un **tablero** de aglomerado con unas dimensiones de 170x110 cm. Si empezamos la descripción del mismo por la parte superior, y por el principio, siguiendo la lógica del recorrido del agua, nos encontramos con el **tubo de acometida**, que tendrá una longitud



Fotografía I.1. Primer tramo de la instalación

de 20 cm. A continuación se encuentra la **llave de corte en el exterior**, seguido del **contador** y de la **llave de corte general interior**. Para darle el suministro de agua a este panel, ya que no era posible conectarlo a una red de agua real, se dispone de un depósito. Para conectar la llave general con el depósito tenemos una tubería de cobre de 15 mm de diámetro y de 10 cm de longitud. Toda esta parte de la instalación, desde la acometida hasta el depósito, en realidad está inservible desde





el punto de vista de funcionamiento del panel, ya que por ahí no va a discurrir agua, está expuesta solamente como componentes didácticos de la instalación que los(as) alumnos(as) deben conocer, así como su orden de disposición correcto. Para la simulación del depósito, el cual vamos a llamar **Depósito nº 1**, ya que colocar uno real era imposible al tener éstos unas capacidades de más de 50 litros, se ha dispuesto un recipiente de plástico de 5,37 litros (aproximadamente), con unas dimensiones 16x16x21 cm, el cual se rellenará de agua en el momento de la demostración del funcionamiento del circuito, y al que se le han practicado unos orificios de entrada y salida del agua.



Fotografía I.2. Segundo tramo de la instalación

A partir de aquí disponemos de dos tipos de instalaciones de suministro de agua, y a su vez, de dos tipos de materiales para la realización de estas: por un lado, la **instalación de agua fría**, que se va a realizar una parte de ella con **tubería de polibutileno** de 15 mm de diámetro, desde el depósito nº 1 hasta llegar al grifo, y la otra parte con tubería de cobre de 15 mm de diámetro, ésta desde el depósito nº 1 hasta el siguiente depósito,

el **Depósito nº 2**, el cual simula a un **calentador**; y por otro lado, la **instalación de ACS**. Esta primera instalación, la de polibutileno, constará de tres trozos de tubería de longitudes 10, 20 y 30 cm, una **llave de paso de compuerta**, para permitir la salida de agua del depósito nº 1, un **codo de 90°**, así como de **manguitos** para la conexión de la tubería con el depósito y con el latiguillo del grifo. Todos estos elementos de unión son desmontables y se corresponden con el material utilizado. La siguiente parte de la instalación, la perteneciente a la conexión de los dos depósitos, estará formada por también tres trozos de tubería, en este caso de cobre, con longitudes de 5, 20 y 35, una **llave de paso de esfera**, para permitir el paso del agua entre un depósito y otro, y como en la anterior parte de la instalación, de un codo de 90° y de manguitos para la conexión de la tubería con los depósitos. Para las uniones de esta parte, se han considerado el **sistema push-fit**. Este sistema está basado en la unión de elementos de cobre sin la necesidad de soldadura, por lo que es un sistema de fácil montaje, rápido y seguro, aunque no es desmontable. Y ya disponemos del último tramo de la instalación, la de ACS. Ésta estará formada por dos trozos de tubería de cobre de longitudes 5 y 10 cm, una **llave de paso de mariposa** colocada a la salida del depósito nº 2, un codo y los manguitos



Fotografía I.3. Tercer tramo de la instalación



de unión de la tubería con el depósito y el latiguillo del grifo. En este tramo de la instalación se van a ver dos tipos de uniones: por un lado el codo, cuya unión será mediante **soldadura de estaño**, y el resto (manguitos y llave) mediante el **sistema push-fit**. Se han decidido realizar estas dos opciones por dos motivos: el primero, para que los alumnos y alumnas pudieran ver diferentes tipos de uniones que se pueden encontrar en una instalación de una vivienda; y el segundo, porque para realizar la soldadura en las uniones del depósito resultaba prácticamente inviable debido a la posible ignición de éstos y del panel.



Fotografía I.4. Instalación del grifo

A continuación pasamos a la unión de las dos instalaciones con el grifo. Éste será un **grifo monomando**, el cual estará conectado a las tuberías mediante sus correspondientes **latiguillos** y **llaves reguladoras de escuadra** acopladas en estos. Llegados a este punto pasamos a la descripción de la instalación de saneamiento. El primer elemento que nos encontramos es la **fregadera**, la cual está fabricada con resinas para que el peso del panel sea menor, y que tiene unas dimensiones de 50x50x16 cm. A continuación de ésta, y prácticamente también formando parte de la misma, se encuentra el **sifón individual**, del que parte una **tubería de PVC de Ø 40 mm**, con una longitud de 10 cm. Ésta llega hasta el **bote sifónico**, que dispone de 5 entradas de 40 mm, y una salida de 50 mm. De aquí parte la **tubería de PVC de Ø 50 mm**, que tiene una longitud de 10 cm, y la cual se conecta a la **bajante de PVC de Ø 110 mm**, con una longitud de 10 cm, y por consiguiente al **sistema de ventilación**. Para esta conexión se va a utilizar una **T de PVC**, la cual, mediante un **manguito** (también de PVC) se unirá a la bajante. Seguidamente nos encontramos con otro tramo de bajante de 10 cm de longitud, un **codo de 87º de PVC**, el cual sirve de unión entre el colector y la bajante. Este **colector**, será horizontal, y con un diámetro de 110 mm, que, a su vez, servirá para conducir el agua, finalmente a la arqueta, y que tiene una longitud de 15 cm. Por último, como ya se ha mencionado, nos encontramos la **arqueta de paso**, que hace la función de recogida del agua, y será de PVC, y con unas dimensiones de 20x20x20 cm. Finalmente, partirá de la arqueta otro colector horizontal, al cual se le han dado una longitud de 20 cm y que está conectado a la salida de la arqueta mediante otro tramo de tubería Ø 110 en hembra, y que conduciría el agua hasta el pozo de registro de alcantarillado, en el caso de una instalación real. La unión de toda la instalación de saneamiento se realizará mediante adhesivo especial para PVC rígido, ya que todas las uniones están machihembradas.



Fotografía I.5. Instalación de saneamiento



## I.2. FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de los circuitos de fontanería y saneamiento instalados en el panel, son muy básicos y sencillos:

En primer lugar debemos comprobar que todas las llaves de paso, grifo y tapón de la fregadera estén cerradas. Una vez hecho esto, el agua se vierte en el depósito nº 1, y a continuación se abre la llave de paso de compuerta, seguidamente la llave de escuadra correspondiente a esa sección de tubería, y abrimos el grifo monomando en la zona fría para comprobar que el agua circula perfectamente. En segundo lugar, abrimos la llave de paso de esfera, es decir la que da paso del depósito nº 1 al depósito nº 2 (calentador), y comprobamos que este último empieza a llenarse. Cuando tenga la cantidad de agua suficiente (aproximadamente la mitad), volvemos a cerrar esta llave de paso, para evitar que se pierda toda el agua del depósito nº 1. Seguidamente abrimos la siguiente llave de mariposa, que se encuentra a la salida de depósito nº 2, a continuación la otra llave de escuadra perteneciente a esa parte de la instalación, y abrimos el grifo monomando en la zona caliente, comprobando que el agua discurre adecuadamente. Ahora procedemos al funcionamiento del circuito de saneamiento, para ello, quitamos el tapón de la fregadera y a su vez descubrimos la tapa de la arqueta y del bote sifónico, para comprobar como el agua realiza todo el recorrido vertiéndose finalmente en la arqueta.



Fotografía I.6. Panel didáctico completado

## I.3. PROCESO CONSTRUCTIVO



Fotografía I.7. Realización de orificios en depósito

El primer paso, es el replanteo en el panel de todo el circuito del agua para comprobar que no nos hemos equivocado en las medidas realizadas en el plano.

El segundo paso, una vez que tenemos el panel con las medidas necesarias, así como el resto de materiales y herramientas, es la realización de los orificios en los dos depósitos, los cuales se hicieron con un taladro con broca del mismo tamaño que el



orificio interior del manguito colocado en estos agujeros, y a la misma vez las arandelas y las juntas para evitar la pérdida de agua.



Fotografía I.8. Montaje  
primer tramo de instalación

A continuación montamos el primer tramo de la instalación de agua, es decir, el correspondiente entre la acometida y el depósito. Para lo cual, tomando las medidas del plano, se cortan con la sierra metálica todas las longitudes de todas las tuberías a colocar en ese tramo, y se van montando según sean elementos roscados, a los que se le colocará una cantidad de teflón y mediante el sistema push-fit que irán a presión. Una vez montado todo este tramo se fija al panel, en primer lugar se coloca una escuadra para apoyar el contador, que es el elemento más pesado, y a continuación todas las tuberías mediante abrazaderas atornilladas al panel de Ø 15, excepto la acometida de Ø 25, y por último se fija el depósito nº 1, también mediante tornillos.



Fotografía I.9. Montaje  
tercer tramo de instalación

La segunda parte de la instalación que se monta es la de polibutileno, que de la misma forma que la anterior, con la ayuda del plano, se miden las longitudes de estas tuberías, se cortan y se montan los accesorios correspondientes a estas (codo, manguitos, llave de compuerta y llave de escuadra). Ya montado, se fija al panel también mediante abrazaderas de PVC de Ø 15, correspondientes a este material.

A continuación, y siguiendo el mismo esquema de trabajo que en el resto de partes, se monta la parte de instalación correspondiente a los dos depósitos, cortando los tramos de tubería de cobre según las medidas del plano, y uniendo sus correspondientes elementos mediante el sistema push-fit, y fijándolo al panel con las abrazaderas mediante tornillos Ø 6. Seguidamente se instala el depósito nº 2, que al igual que el nº 1, se fija con tornillos.

Para el último tramo de instalación de suministro de agua, realizamos la misma operación que en los anteriores: medimos en el plano y cortamos la tubería de cobre con la sierra metálica. En este caso, el codo que se va a utilizar se ha unido mediante soldadura con estaño, para lo cual, en primer lugar se ha untado con pasta de soldar, para facilitar la soldadura, se ha insertado el codo en el trozo de tubería, y mediante un soldador (con

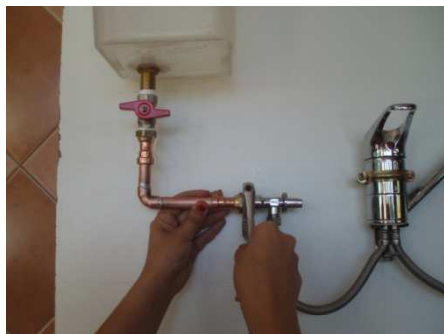


Fotografía I.10. Soldadura estaño  
del codo





su bombona de butano) se ha calentado el cobre, y por último se ha ido aplicando el estaño hasta que se ha cubierto todo el perímetro con el mismo. Una vez realizada la soldadura se colocan el resto de piezas, con sistema push-fit, y la llave de escuadra, y se fija al panel, mediante abrazaderas de  $\varnothing 15$  y al depósito.



Fotografía I.11. Instalación del grifo monomando

Para terminar esta parte, se instala el grifo, el cual se fija al panel mediante una abrazadera  $\varnothing 50$ , y se une al resto de la instalación mediante los latiguillos.

Ahora procedemos a la instalación de la parte del saneamiento. El primer elemento a colocar es la fregadera. Para la fijación de esta al panel se le han colocado unas escuadras de 25 x20 cm mediante un adhesivo multiusos aplicado con pistola metálica. Es necesario, esperar un tiempo para que éste se seque y adquiera la consistencia adecuada. Las escuadras

se han fijado mediante tornillos. A la misma vez, se coloca el segundo elemento de esta instalación, que es el sifón individual.

A continuación se procede a montar la parte de la tubería de PVC. Como en el resto de instalaciones, se mide en plano las longitudes de estas y se cortan, tanto las de  $\varnothing 40$ , 50 o 110. Seguidamente se van pegando estas tuberías con el resto de elementos mediante un adhesivo especial para PVC. Una vez todo montado y pegado, se fija también al panel mediante abrazaderas de  $\varnothing 110$ , y al sifón mediante unión roscada (aunque ésta no necesita teflón). Esta parte de la instalación tiene una pendiente de aproximadamente 10%, según la normativa establecida.



Fotografía I.12. Aplicación adhesivo de PVC



Fotografía I.13. Realización de orificio en arqueta

Por último procedemos a la instalación de la arqueta. Primeramente tenemos que realizar el agujero para la entrada del agua en ésta, para lo que se utiliza un taladro. Una vez realizado el orificio de entrada, se colocan unas escuadras de 10x10 cm en el panel para la sustentación de ésta, y se une al resto de la instalación, también con el adhesivo antes mencionado. Y ya tenemos toda la instalación de suministro y evacuación de aguas montada.



### **I.3.1. Consejos de montaje**



Fotografía I.14. Corte tubería con ayuda de guía

En todas las uniones roscadas se va a utilizar teflón y se apretarán mediante la utilización de una llave inglesa. Para la realización de los agujeros en el panel, para la colocación de las abrazaderas, se utilizará un taladro. Los tornillos se apretarán con un destornillador, y las tuercas con una llave carraca. Tras el corte de las tuberías se limarán para eliminar las estrías y lijarán para garantizar la estanqueidad en el push-fit. Se colocará cinta aislante en el corte de las tuberías como guía para hacer cortes rectos.






# ANEXO II

## MATERIALES, HERRAMIENTAS Y PRESUPUESTO DEL PANEL





El listado de material que a continuación se muestra, es solamente el que se ha empleado en el montaje del panel didáctico nº 1, perteneciente a la Actividad Práctica nº 1, construido a modo de ejemplo:

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Abrazaderas Ø 110, 50, 15 mm (cobre y polibutileno)	Anillo que abraza cualquier pieza circular de una máquina para sujetarla.	
Acometida Ø 20 mm	Instalación por la que se deriva hacia un edificio u otro lugar parte del fluido que circula por una conducción principal	
Adhesivo especial PVC	Sustancia que, interpuesta entre dos cuerpos o fragmentos, sirve para pegarlos.	
Adhesivo multiusos	Adhesivo multiusos y sellador de juntas elástico, monocomponente, de curado por la humedad ambiental y base química poliuretano. Adecuado para utilizarlo en interiores y exteriores.	
Arandela (Ø 6 – 8)	Pieza generalmente circular, fina y perforada, que se usa para mantener apretados una tuerca o un tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas.	
Arqueta paso PVC 20x20x20 cm	Casilla o depósito para recibir el agua y distribuirla.	



<p>Bote sifónico (5 entradas Ø 40 y 1 salida Ø 50)</p>	<p>Pequeño recipiente situado bajo el suelo al que concurren varios ramales de desagües de aparatos y está conectado al bajante o manguetón.</p>	
<p>Cinta aislante</p>	<p>La cinta aislante (conocida también como cinta aisladora o cinta de aislar) es un tipo de cinta adhesiva de presión usada principalmente para aislar empalmes de hilos y cables eléctricos. Este tipo de cinta es capaz de resistir condiciones de temperaturas extremas, corrosión, humedad y altos voltajes. La cinta está fabricada en material de PVC delgado, con un ancho generalmente de 14 mm; uno de los lados de la cinta está impregnado con un adhesivo. El PVC ha sido elegido por ser un material de bajo costo, flexible y tener excelentes propiedades de aislante eléctrico aunque posee la desventaja de endurecerse con el tiempo y el calor.</p>	
<p>Codo 90° PVC Ø 110</p>	<p>Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.</p>	
<p>Codo de 90° cobre Ø 15 (soldadura)</p>		
<p>Codo de 90° polibutileno Ø 15</p>		



Conexión T- Ø50 Ø 110 mm	Elemento de conexión de PVC que permite conectar horizontalmente la salida del bote sifónico con un ramal de conexión de la bajante.	
Contador	Mecanismo o sistema que indica el resultado de una sucesión numérica o del paso de un fluido.	
Curva 90° cobre Ø 15 (push-fit)	Trozo de tubo, doblado en ángulo o en arco, que sirve para variar la dirección recta de una tubería.	
Depósito nº 1 (16x16x21 cm)	Lugar o recipiente donde se deposita.	
Depósito nº 2 (calentador) (16x16x21 cm)	Recipiente con lumbre, agua, vapor o corriente eléctrica, que sirve para calentar el agua.	
Escuadra 8x8 cm 10x10 cm 25x20 cm	Pieza de hierro u otro metal, con dos ramas en ángulo recto, con que se aseguran las ensambladuras de las maderas	









Estaño	<p>Elemento químico de núm. atóm. 50. Metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra en la casiterita en forma de dióxido. De color y brillo como la plata, es duro, dúctil y maleable. Se emplea para recubrir y proteger otros metales y en el envasado de alimentos; aleado con el cobre forma el bronce, y con otros metales, se aplica en soldaduras y en odontología</p>	
<p>Fregadera (50x50x16 cm)</p>	<p>Pila de fregar. Banco donde se ponen los artesones o barreños en que se friega.</p> <p>Hay también fregaderos hechos de fábrica.</p>	
<p>Grifo monomando</p>	<p>Llave de metal colocada en la boca de las cañerías y en calderas y en otros depósitos de líquidos a fin de regular el paso de estos. Estos grifos son de un solo mando, el cual da paso tanto al agua caliente como al agua fría. El sistema de apertura es de palanca, que se levanta hacia arriba para abrir el agua. Se elige el agua moviendo la palanca hacia la izquierda o hacia la derecha, si se quiere agua templada se deja en el centro.</p>	
Latiguillo	<p>Tubo delgado y flexible que comunica dos conductos.</p>	
Llave de acometida	<p>Está situada en la vía pública, junto al edificio. Será solamente maniobrada por el suministrador o persona autorizada y abre el paso a la acometida</p>	








<p>Llave de escuadra</p>	<p>Aparato que permite cortar el paso de agua, situado en la pared, a la salida de las tuberías que alimentan a los electrodomésticos, bidés, cisternas, y lavabos y fregaderos si llevan la grifería de encastrar.</p>	
<p>Llave de paso de compuerta</p>	<p>La llave de compuerta es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta o cuchilla (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido. Lo que distingue a las llaves de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco. Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña. Las llaves de compuerta no son empleadas para regulación.</p>	
<p>Llave de paso de esfera (push-fit)</p>	<p>Una llave de bola, conocida también como de "esfera", es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada. Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o <i>bola</i> perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la llave está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada). Este tipo de llaves no ofrecen una regulación precisa al ser de ¼ de vuelta. Su ventaja es que la bola perforada permite la circulación directa en la posición abierta con una pérdida de carga bastante más reducida que las de asiento, y corta el paso cuando se gira la maneta 90° y cierra el conducto.</p>	











Llave de paso de mariposa	Una válvula de mariposa es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada «mariposa», que gira sobre un eje. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo.	
Llave general de paso (push-fit)	Una llave de paso o llave de corte, es un dispositivo, generalmente de metal, alguna aleación o más recientemente de polímeros o de materiales cerámicos, usado para dar paso o cortar el flujo de agua u otro fluido por una tubería o conducción en la que está inserto. Su misión es el corte del suministro particular, accionable por el propio abonado, se encuentra en el interior de la vivienda en un lugar accesible para su manipulación.	
Manguito cobre ¾ – push-fit 18 hembra	Tubo que sirve para sostener o empalmar dos piezas cilíndricas en una máquina.	
Manguito cobre ½ - push-fit 15 hembra		
Manguito cobre ½ - push-fit 15 macho		
Manguito polibutileno ½ - Ø15 macho		



Manguito polibutileno ½ - Ø15 hembra		
Manguito PVC Ø 110		
Manguitos latón Ø 15 (para depósitos)		
Pasta de soldar	La pasta de soldar se compone principalmente de una aleación mayoritariamente de estaño microgranulado, formando esferas que pueden ir de los 20 µm a los 75 µm de diámetro. Este polvo viene mezclado con flux, así conocido habitualmente el agente químico que actúa como decapante y que ayuda a la formación de una buena soldadura. Este puede ser de base acuosa o al solvente. Juntos forman la pasta o crema de soldar que debemos depositar sobre los pads o islas de soldadura de placa de circuito impreso justo antes de la colocación de los componentes de montaje superficial.	
Sifón individual	Tubo doblemente acodado en que el agua detenida dentro de él impide la salida de los gases de las cañerías al exterior. Canal cerrado o tubo que sirve para hacer pasar el agua por un punto inferior a sus dos extremos.	



T (PVC) Ø 110	Ramal simple de derivación	
Tablero aglomerado (170x110 cm)	Plancha de fragmentos de madera prensados y mezclados con cola.	
Tapón para fregadera	Pieza con que se tapan las vasijas, introduciéndola en el orificio por donde sale el líquido.	
Teflón	Material aislante muy resistente al calor y a la corrosión, usado para articulaciones y revestimientos así como en la fabricación de ollas y sartenes.	
Tornillos (Ø 6 – 8)	Pieza cilíndrica o cónica, por lo general metálica, con resalte en hélice y cabeza apropiada para enroscarla.	
Tubería cobre Ø 15	Red de transporte de agua. Gran resistencia a la corrosión y propiedades anti-bacterianas, quedando las tuberías de plomo en desuso por sus efectos nocivos para la salud humana. Frente a las tuberías de plástico, las de cobre tienen la ventaja de que no arden en caso de incendio y por tanto no liberan humos y gases potencialmente tóxicos.	








<p>Tubería polibutileno Ø 15</p>	<p>El polibutileno es un material utilizado para la fabricación de tuberías que posteriormente se utilizan en conducciones de fontanería y calefacción. El sistema de unión de las piezas es por presión, o termofusión.</p>	
<p>Tubería PVC Ø 110</p>	<p>El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. Es el derivado del plástico más versátil. Este se pueden producir mediante cuatro procesos diferentes: Suspensión, emulsión, masa y solución.</p>	
<p>Tubería PVC Ø 40</p>	<p>Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetano. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.</p>	
<p>Tubería PVC Ø 50</p>	<p>En la industria existen dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).</li> <li>• Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados...</li> </ul> <p>El PVC se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos.</p>	
<p>Tuerca (Ø 6 – 8)</p>	<p>Pieza con un hueco labrado en espiral que ajusta exactamente en el filete de un tornillo.</p>	

Tabla II.1. Materiales y descripción.



Todas las herramientas que se describen en este apartado son las que son necesarias para construir el panel didáctico nº1, perteneciente a la Actividad Práctica nº 1, que se ha realizado a modo de ejemplo:

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Bombona gas butano	<p>El butano comercial es un gas licuado, obtenido por destilación del petróleo, compuesto principalmente por butano normal (60%), propano (9%), isobutano (30%) y etano (1%).</p> <p>La principal aplicación del gas butano es como combustible en hogares para la cocina y agua caliente, y en los mecheros de gas.</p>	
Brocas	Barrena de boca cónica que se usa con las máquinas de taladrar.	
Destornillador	Instrumento de hierro u otra materia, que sirve para destornillar y atornillar.	
Escuadra	<p>Plantilla de madera, plástico u otro material, en forma de triángulo rectángulo isósceles, que se utiliza en delineación.</p> <p>Instrumento de topografía, origen del cartabón, que constaba de cuatro alidadas, con que se podían señalar en el terreno alineaciones en ángulos rectos y semirrectos.</p>	
Flexómetro	Cinta métrica metálica enrollada a presión dentro de una caja.	



Lápiz (rotulador)	Barra de grafito encerrada en un cilindro o prisma de madera, que sirve para escribir o dibujar.	
Lija esponja	Papel con polvos o arenillas de vidrio o esmeril adheridos, que sirve para pulir maderas o metales	
Lima	Instrumento de acero templado, con la superficie finamente estriada en uno o en dos sentidos, para desgastar y alisar los metales y otras materias duras	
Llave carraca	Sirven para apretar de una forma más rápida un tornillo o tuerca. Una vez acoplada al tornillo o la tuerca solo ejerce fuerza en un sentido (apretar o aflojar) y al mover en el otro sentido el acoplamiento con la llave gira libre produciendo un sonido de carraqueo que le da nombre a la herramienta. Como no hace falta acoplar y desacoplar la llave en cada porción de giro, se evita esa pérdida de tiempo y se realiza el trabajo mucho más rápido.	
Llave inglesa	Instrumento de hierro de forma de martillo, en cuyo mango hay un dispositivo que, al girar, abre o cierra más o menos las dos partes que forman la cabeza, hasta que se aplican a la tuerca o tornillo que se quiere mover.	
Llave mordaza	Llave polivalente reforzada de acabado niquelado, y tuerca de retención de la apertura deseada.	





Nivel	<p>Regla metálica que lleva encima un tubo de cristal cerrado por ambas extremidades, con la superficie interior ligeramente arqueada, y casi lleno de un líquido. Cuando la burbuja de aire que queda dentro se detiene entre dos rayas señaladas en el tubo, la regla está horizontal, y si el instrumento se monta sobre un trípode, añadiéndole pínulas o un anteojo, sirve para nivelaciones topográficas.</p>	
Pistola (adhesivo)	<p>Herramienta metálica o plástica que sirve para la aplicación de un adhesivo, pegamento o cola.</p>	
Sargento	<p>Herramienta manual de uso común en muchas profesiones, principalmente en carpintería, que se compone de dos mordazas, regulables con un tornillo de presión.</p> <p>Los sargentos se utilizan para sujetar piezas que van a ser mecanizadas (si son metales) o van a ser pegadas con cola si se trata de madera.</p>	
Sierra metálica	<p>Herramienta para cortar madera u otros objetos duros, que generalmente consiste en una hoja de acero dentada sujeta a una empuñadura</p>	
Soldador	<p>Instrumento con que se suelda</p>	
Taladro	<p>Herramienta aguda o cortante con que se agujerea la madera u otra cosa.</p>	

Tabla II.2. Herramientas y descripción.



Al igual que con los materiales y las herramientas, el presupuesto que a continuación se muestra es el que sería necesario para el panel didáctico nº 1 del ejemplo, para la Actividad Práctica nº 1:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL €
Abrazaderas Ø 110, 50, 25, 15 mm (cobre y polibutileno)	2 ud (110)	0,08 €/ud	0,16
	1 ud (50)	0,25 €/ud	0,25
	2 ud (25)	0,15 €/ud	0,3
	5 ud (15)	0,12 €/ud	0,6
	2 ud (15)	0,13 €/ud	0,26
Acometida Ø 20 mm	0,20 m	1,94 €/m	0,388
Adhesivo especial PVC	1 ud	5,30 €/ud	5,3
Adhesivo multiusos	1 ud	6,16 €/ud	6,16
Arandela (Ø 6 – 8)	10 ud (6)	0,02 €/ud	0,2
	2 ud (8)	0,03 €/ud	0,06
Arqueta paso PVC 20x20x20 cm	1 ud	8,08 €/ud	8,08
Bote sifónico (5 entradas Ø 40 y 1 salida Ø 50)	1 ud	7,78 €/ud	7,78
Cinta aislante	1 ud	1,75 €/ud	1,75
Codo 90º PVC Ø 110	1 ud	0,96 €/ud	0,96
Codo de 90º cobre Ø 15 (push-fit)	1 ud	2,50 €/ud	2,5
Codo de 90º cobre Ø 15 (soldadura)	1 ud	0,51 €/ud	0,51
Codo de 90º polibutileno Ø 15	1 ud	1,25 €/ud	1,25
Conexión T-Ø50 Ø 110 mm	1 ud	1,08 €/ud	1,08
Contador	1 ud	63,58 €/ud	63,58
Depósito nº 1 (16x16x21 cm)	1 ud	0,75 €/ud	0,75
Depósito nº 2 (calentador) (16x16x21 cm)	1 ud	0,75 €/ud	0,75



Escuadra 8x8 cm 10x10 cm 25x20 cm	1 ud (8) 2 ud (10) 2 ud (25)	1,42 €/ud 1,63 €/ud 1,00 €/ud	1,42 3,26 2
Estaño	1 ud	11,93 €/ud	11,93
Fregadera (50x50x16 cm)	1 ud	124,88 €/ud	124,88
Grifo monomando	1 ud	58 €/ud	58
Latiguillo	2 ud	6,45 €/ud	12,9
Llave de acometida	1 ud	3,94 €/ud	3,94
Llave de escuadra	2 ud	2,75 €/ud	5,5
Llave de paso de compuerta	1 ud	6,93 €/ud	6,93
Llave de paso de esfera (push-fit)	1 ud	7,85 €/ud	7,85
Llave de paso de mariposa	1 ud	3,15 €/ud	3,15
Llave general de paso (push-fit)	1 ud	7,85 €/ud	7,85
Manguito cobre $\frac{3}{4}$ - push-fit 18 hembra	1 ud	5,10 €/ud	5,1
Manguito cobre $\frac{1}{2}$ - push-fit 15 hembra	1 ud	6,80 €/ud	6,8
Manguito cobre $\frac{1}{2}$ - push-fit 15 macho	5 ud	5,15 €/ud	25,75
Manguito polibutileno $\frac{1}{2}$ - Ø15 macho	2 ud	2,30 €/ud	4,6
Manguito polibutileno $\frac{1}{2}$ - Ø15 hembra	2 ud	2,30 €/ud	4,6
Manguito PVC Ø 110	2 ud	0,64 €/ud	1,28
Manguitos latón Ø 15 (para depósitos)	5 ud	2,03 €/ud	10,15



Pasta de soldar	1 ud	3,80 €/ud	3,8
Sifón individual	1 ud	3,25 €/ud	3,25
T (PVC) Ø 110	1 ud	1,17 €/ud	1,17
Tablero aglomerado (170x110 cm)	1,87 m <sup>2</sup>	7,20 €/m <sup>2</sup>	13,464
Teflón	1 ud	2,50 €/ud	2,5
Tornillos (Ø 6 – 8)	10 ud (6)	0,14 €/ud	1,4
	2 ud (8)	0,16 €/ud	0,32
Tubería cobre Ø 15	0,95 m	4,53 €/m	4,3035
Tubería polibutileno Ø 15	0,60 m	1,16 €/m	0,696
Tubería PVC Ø 110	0,90 m	3,07 €/m	2,763
Tubería PVC Ø 40	0,15 m	1,26 €/m	0,189
Tubería PVC Ø 50	0,20 m	1,58 €/m	0,316
Tuerca (Ø 6 – 8 )	10 ud (6)	0,02 €/ud	0,2
	2 ud (8)	0,03 €/ud	0,06
<b>TOTAL</b>			<b>444,98 €</b>

Tabla II.3. Presupuesto



# ANEXO III REPORTAJE FOTOGRÁFICO DEL PANEL





### **Montaje de depósitos**



Fotografía III.1. Realización orificios



Fotografía III.2. Colocación de manguitos



Fotografía III.3. Apriete de la tuerca

### **Corte de las tuberías**

Se puede apreciar la colocación de la cinta aislante como guía de corte en algunas de ellas.



Fotografía III.4. Corte acometida



Fotografía III.5. Corte tubería de cobre





Fotografía III.6. Corte tubería polibutileno



Fotografía III.7. Corte tubería PVC Ø 40



Fotografía III.8. Corte tubería PVC Ø 110

### **Colocación de teflón**



Fotografía III.9. Colocación teflón



Fotografía III.10. Colocación de teflón

### **Montaje del tramo de acometida**



Fotografía III.11. Montaje del contador



Fotografía III.12. Montaje llave de paso



Fotografía III.13. Montaje primer tramo de la instalación

### **Realización de agujeros en el panel para colocación de abrazaderas**



Fotografía III.14. Realización de agujeros



Fotografía III.15. Colocación de abrazadera



### **Fijación del primer tramo del panel (tramo de acometida)**



Fotografía III.16. Fijación primer tramo



Fotografía III.17. Fijación del depósito

### **Primer tramo montado**



Fotografía III.18. Primer tramo montado

### **Montaje del segundo tramo (tubería de polibutileno)**



Fotografía III.19. Colocación de manguito



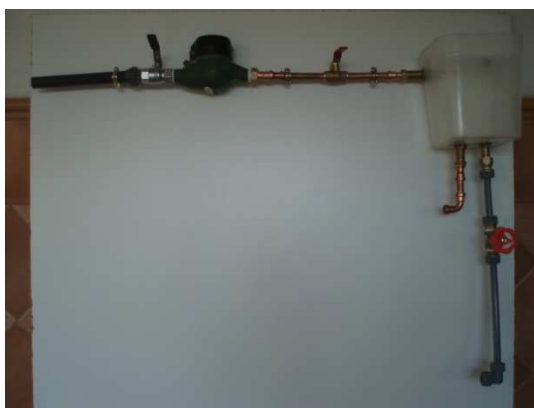
Fotografía III.20. Colocación manguitos con llave





Fotografía III.21. Colocación segundo tramo de la instalación

### **Segundo tramo montado (tubería de polibutileno)**



Fotografía III.22. Segundo tramo de la instalación montado

### **Montaje tercer tramo (instalación entre los dos depósitos)**



Fotografía III.23. Colocación de codo



Fotografía III.24. Colocación tercer tramo



Fotografía III.25. Colocación del depósito

### **Tercer tramo montado**



Fotografía III.26. Tercer tramo de la instalación montado

### **Montaje del cuarto tramo (soldadura con estaño)**



Fotografía III.27. Aplicación pasta para soldar

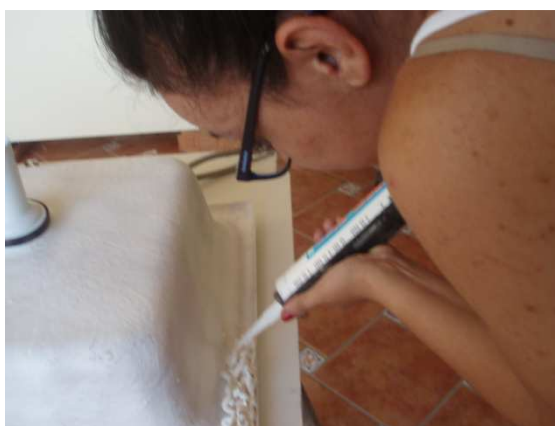


Fotografía III.28. Calentando el tubo



Fotografía III.29. Aplicación del estaño

### **Colocación de escuadras en la fregadera**



Fotografía III.30. Aplicación de adhesivo multiusos

### **Replanteo del grifo y de la fregadera**



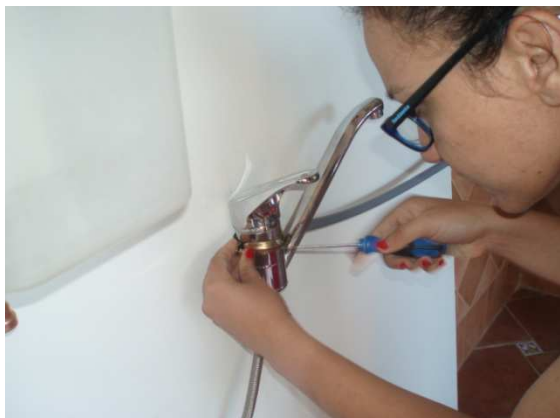
Fotografía III.31. Sacando el nivel



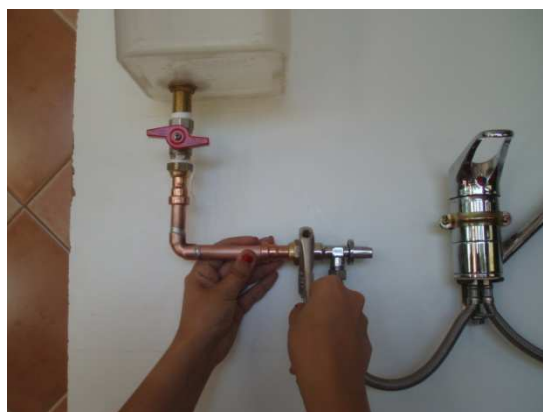
Fotografía III.32. Realizando perpendicular

### **Colocación del grifo**



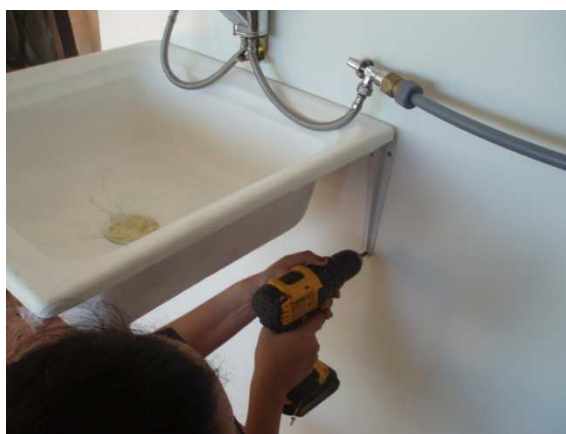


Fotografía III.33. Colocando abrazadera



Fotografía III.34. Apretando manguito

### **Colocación de la fregadera**



Fotografía III.34. Colocando tornillos

### **Colocación del sifón individual**



Fotografía III.35. Colocando sifón individual



### **Grifo, fregadero y sifón montados**



Fotografía III.36. Grifo, fregadero y sifón montados

### **Montaje del tramo de saneamiento**



Fotografía III.37. Aplicación adhesivo PVC



Fotografía III.38. Unión de piezas PVC

### **Colocación de la arqueta**



Fotografía III.39. Colocación escuadras



Fotografía III.40. Realización de orificios



Fotografía III.41. Apriete de tornillos de abrazadera

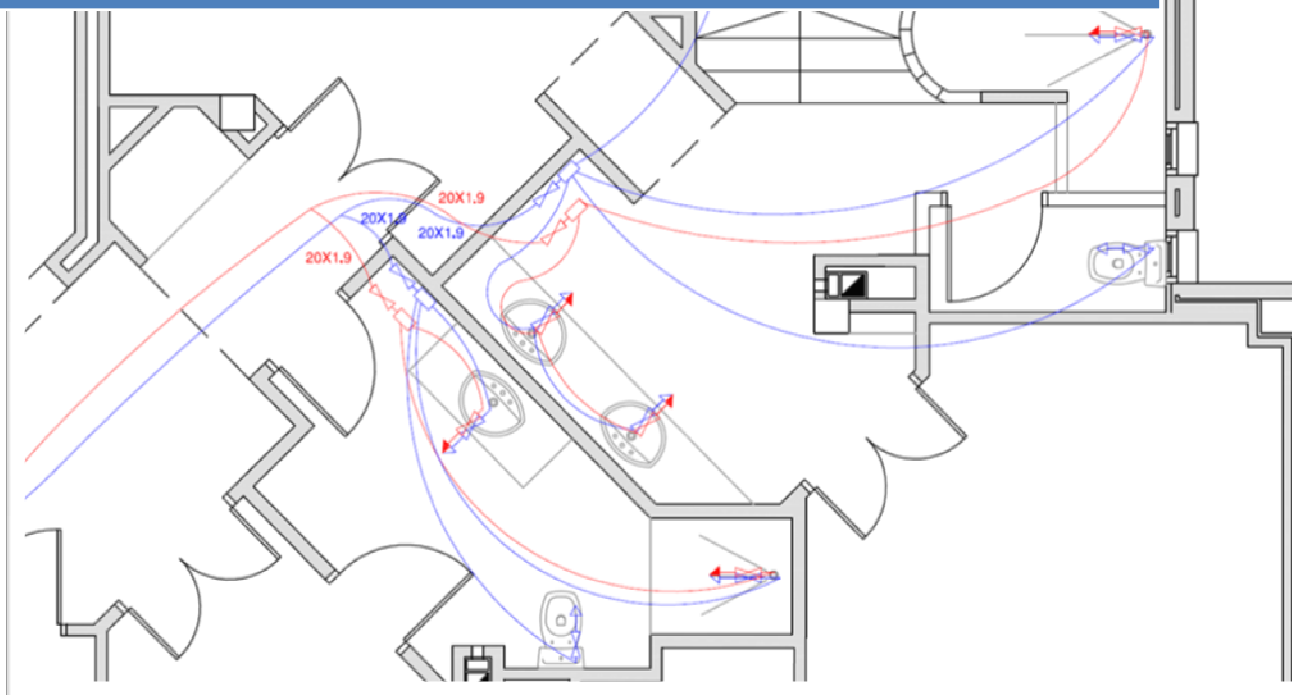
### **Panel terminado**



Fotografía III.42. Panel terminado



## ANEXO IV PLANOS





A continuación se expone un listado de todos los planos impresos como ejemplo de las instalaciones de suministro y evacuación de aguas, así como estos propios planos:

Nº PLANO	DESCRIPCIÓN	PLANTA	MATERIAL
N01 <sup>1</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta baja	Colectores con PE-X
N02 <sup>2</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta alta	Colectores con PE-X
N03 <sup>3</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta baja	PVC
N04 <sup>4</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta alta	PVC
N05 <sup>5</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta cimentación	PVC
N06 <sup>6</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Locales húmedos	PVC
N07 <sup>7</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Locales húmedos	PVC
N08 <sup>8</sup>	Vivienda unifamiliar aislada	Planta cubierta	PVC
N09 <sup>9</sup>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	Acero
N10 <sup>10</sup>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta primera	Acero

<sup>1</sup> MARTÍNEZ LÓPEZ, M.M. (2011) *“Proyecto Final de Carrera de Vivienda Unifamiliar Aislada”*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

<sup>2</sup> Idem

<sup>3</sup> Idem

<sup>4</sup> Idem

<sup>5</sup> Idem

<sup>6</sup> Idem

<sup>7</sup> Idem

<sup>8</sup> Idem

<sup>9</sup> PASCUAL MOYA, A. (2008) *“Proyecto Final de Carrera de Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio”* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

<sup>10</sup> Idem



<b>N11<sup>11</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta tipo	Acero
<b>N12<sup>12</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta cimentación	PVC
<b>N13<sup>13</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	PVC
<b>N14<sup>14</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta primera	PVC
<b>N15<sup>15</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta tipo	PVC
<b>N16<sup>16</sup></b>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta cubierta	PVC
<b>N17<sup>17</sup></b>	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta baja	Cobre y PVC
<b>N18<sup>18</sup></b>	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta primera	Cobre y PVC
<b>N19<sup>19</sup></b>	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta segunda	Cobre y PVC
<b>N20<sup>20</sup></b>	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales	Planta tercera	Cobre y PVC
<b>N21<sup>21</sup></b>	Edificio 15 viviendas unifamiliares,	Planta cubierta	Cobre y PVC

<sup>11</sup> PASCUAL MOYA, A. (2008) *“Proyecto Final de Carrera de Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio”* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena

<sup>12</sup> Idem

<sup>13</sup> Idem

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> Idem

<sup>16</sup> Idem

<sup>17</sup> FRANCO HIDALGO, F. (2007) *“Proyecto Final de Carrera de 15 viviendas unifamiliar, garajes y locales comerciales”*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

<sup>18</sup> Idem

<sup>19</sup> Idem

<sup>20</sup> Idem

<sup>21</sup> Idem





	garajes y locales comerciales		
N22 <sup>22</sup>	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio	Planta baja	Acero
N23 <sup>23</sup>	Edificio de viviendas	Grupo de bombeo	PVC
N24 <sup>24</sup>	Edificio de viviendas	Instalación ACS Sala de calderas	Cobre
N25 <sup>25</sup>	Edificio de viviendas	Montantes Sistema de ventilación	
N26 <sup>26,27</sup>		Locales húmedos variados	
N27 <sup>28</sup>		Tipos de acometidas	
N28 <sup>29</sup>		Sifón individual Bote sifónico	
N29 <sup>30</sup>		Tipos de arquetas	
N30 <sup>31</sup>		Tipos de pozos	

<sup>22</sup> UREÑA, V. (2008) *"Proyecto Final de Carrera de Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio"* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena

<sup>23</sup> ARIZMENDI BARNES, L.J. (1996). *"Ejemplos de proyectos de instalaciones en edificios de viviendas. Tomo primero"*. Navarra: EUNSA.

<sup>24</sup> Idem

<sup>25</sup> Idem

<sup>26</sup> SORIANO RULL, A. (2007) *"Evacuación de aguas residuales en edificios"*. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas

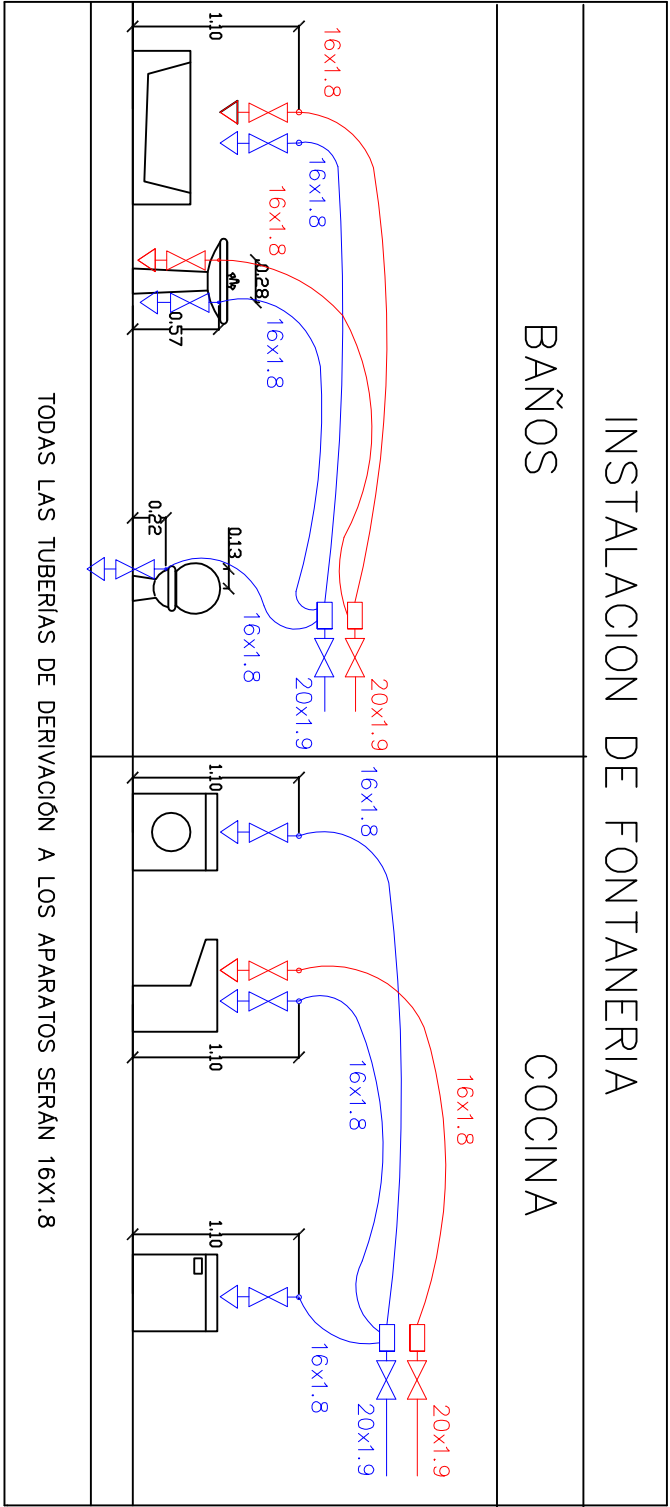
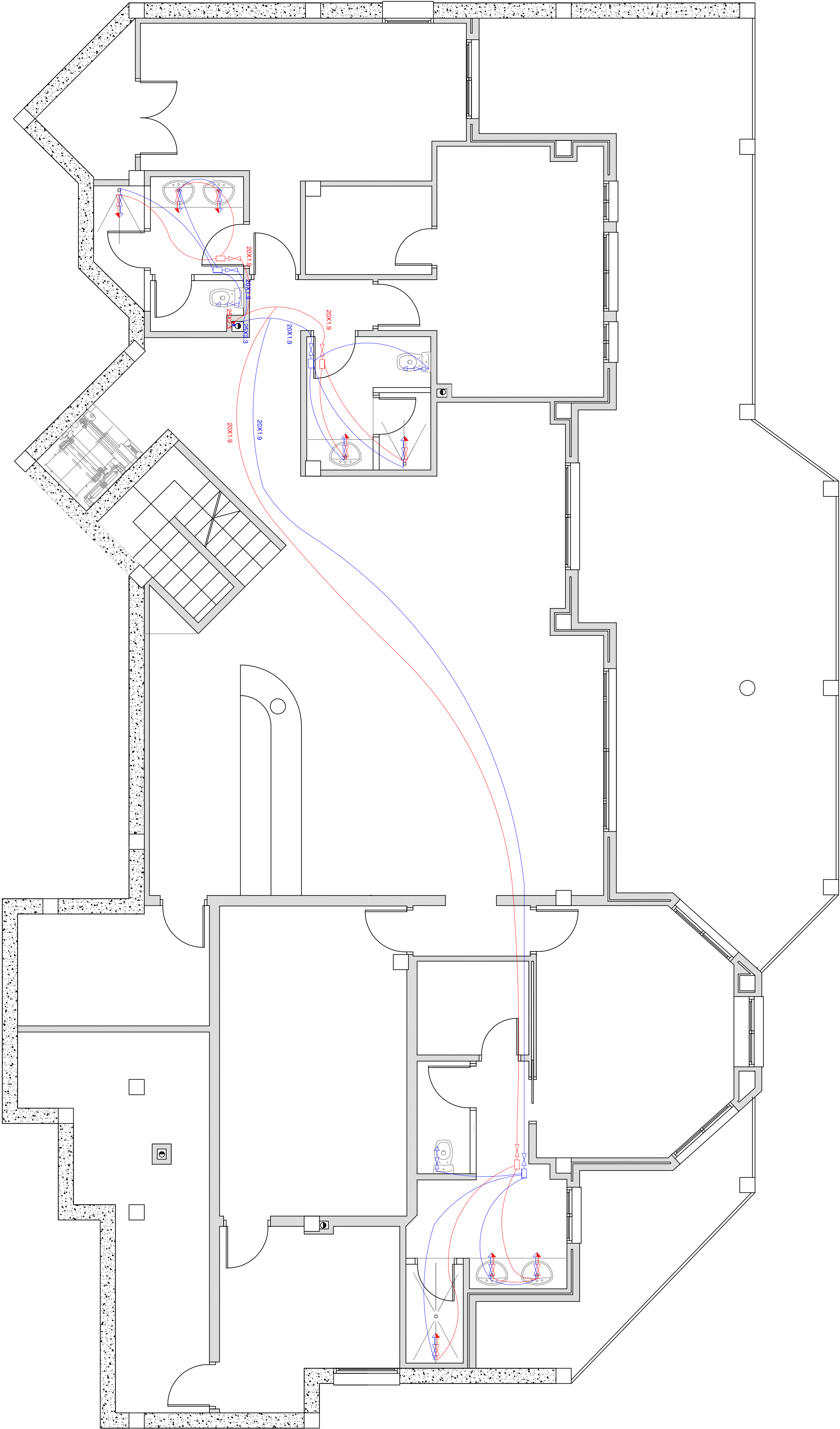
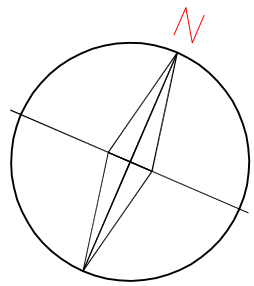
<sup>27</sup> SORIANO Rull, A. (2008) *"Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales"*. Barcelona: Editorial UOC

<sup>28</sup> Idem

<sup>29</sup> MARTÍNEZ LÓPEZ, M.M. (2011) *"Proyecto Final de Carrera de Vivienda Unifamiliar Aislada"*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena

<sup>30</sup> NTE ISS. *Instalaciones de Salubridad de Saneamiento*

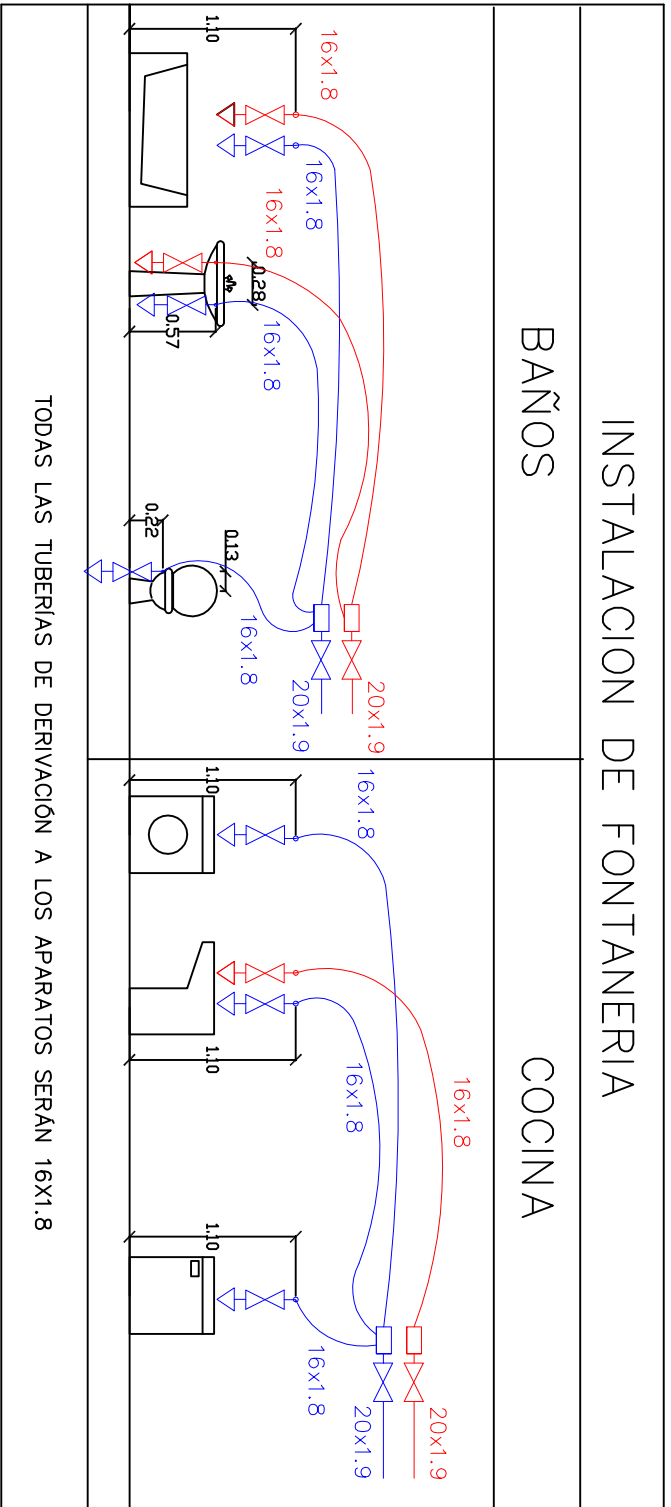
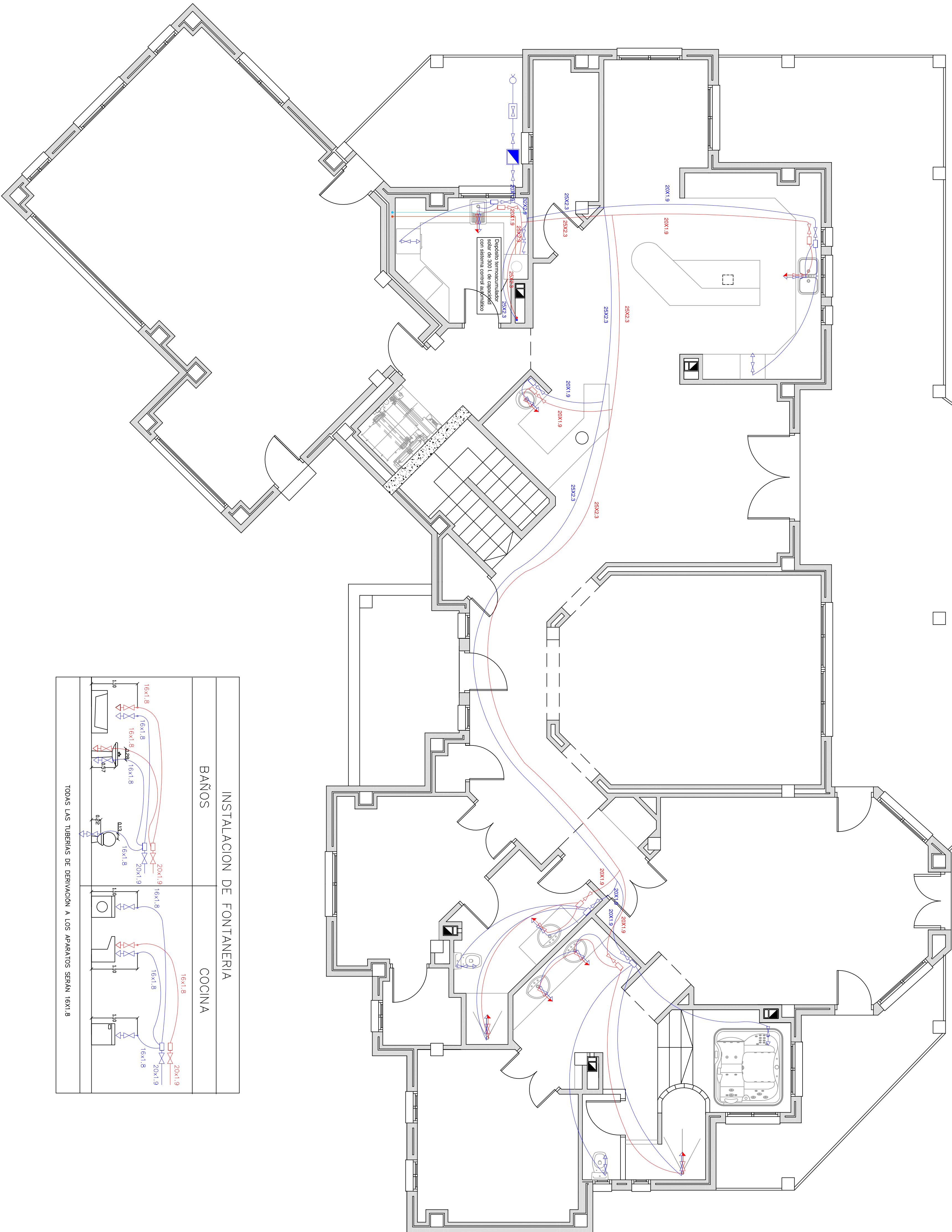
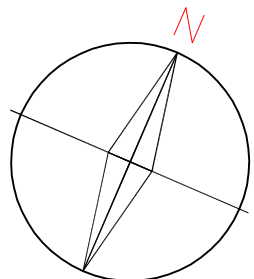
<sup>31</sup> NTE ISA. *Instalaciones de Salubridad de Alcantarillado*



APARATO	CAUDAL
INODORO	0,1 l/seg
LAVABO	0,1 l/seg
LAVADERO	0,2 l/seg
BANERA	0,3 l/seg
DUCHA	0,2 l/seg
FREGADOR	0,2 l/seg
LAVADORA	0,2 l/seg
LAVAVAJILLAS	0,2 l/seg

LEYENDA	
	LLAVE DE REGISTRO
	ACOMETIDA
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	GRIFO AGUA FRÍA
	GRIFO MONOMANDO MEZCLADOR
	MONTANTE AGUA FRÍA
	MONTANTE ACS
	MONTANTE IDA ENERGÍA SOLAR
	MONTANTE VUELTA ENERGÍA SOLAR
	CANALIZACIÓN AGUA FRÍA
	CANALIZACIÓN ACS
	COLECTOR AGUA FRÍA
	COLECTOR ACS
	DIMENSIÓN (Ø externo x espesor pared)

Nº DE PLANO	N01 - Instalación de fontanería. Planta Baja
DESCRIPCION	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante colectores con PE-X
ESCALA	1 / 50

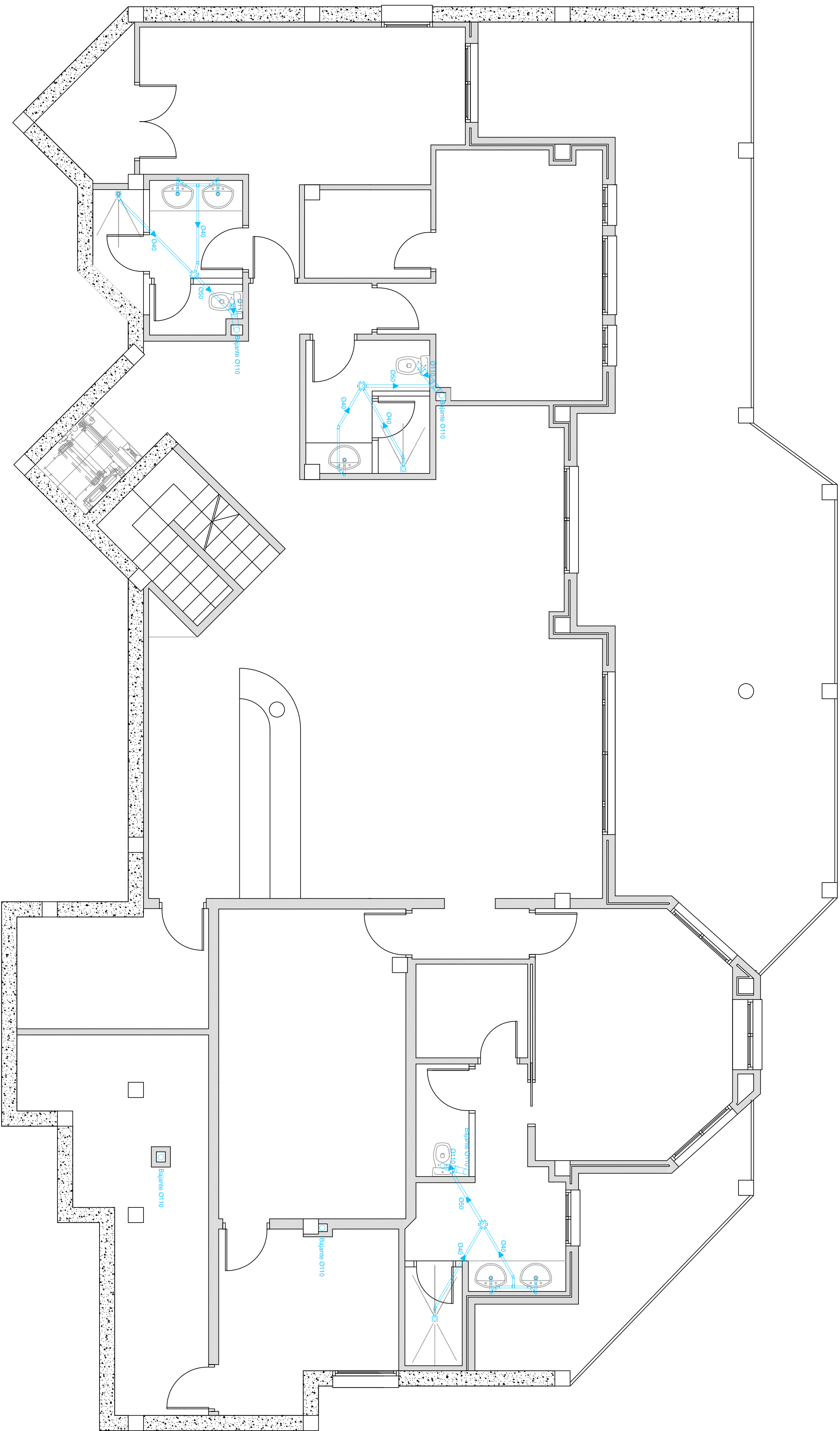
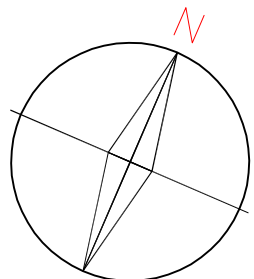


APARATO	CAUDAL
INODORO	0,1 l/seg
LAVABO	0,1 l/seg
LAVADERO	0,2 l/seg
BANERA	0,3 l/seg
DUCHA	0,2 l/seg
FREGADOR	0,2 l/seg
LAVADORA	0,2 l/seg
LAVAVAJILLAS	0,2 l/seg


LEYENDA	
	LLAVE DE REGISTRO
	ACOMETIDA
	VÁLVULA ANTIRRETORNO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	GRIFO AGUA FRÍA
	GRIFO MONOMANDO MEZCLADOR
	MONTANTE AGUA FRÍA
	MONTANTE ACS
	MONTANTE IDA ENERGÍA SOLAR
	MONTANTE VUELTA ENERGÍA SOLAR
	CANALIZACIÓN AGUA FRÍA WIRSBO-PEX
	CANALIZACIÓN ACS WIRSBO-PEX
	COLECTOR AGUA FRÍA
	COLECTOR ACS
	DIMENSION (ø externo x espesor pared)


Nº DE PLANO	N02 - Instalación de fontanería. Planta Alta
DESCRIPCION	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante colectores con PEX-X
ESCALA	1 / 50








LEYENDA


 BOTE SIFÓNICO


 CODO 90°


 BALANTE


 PIEZA T

 SUMIDERO DUCHA

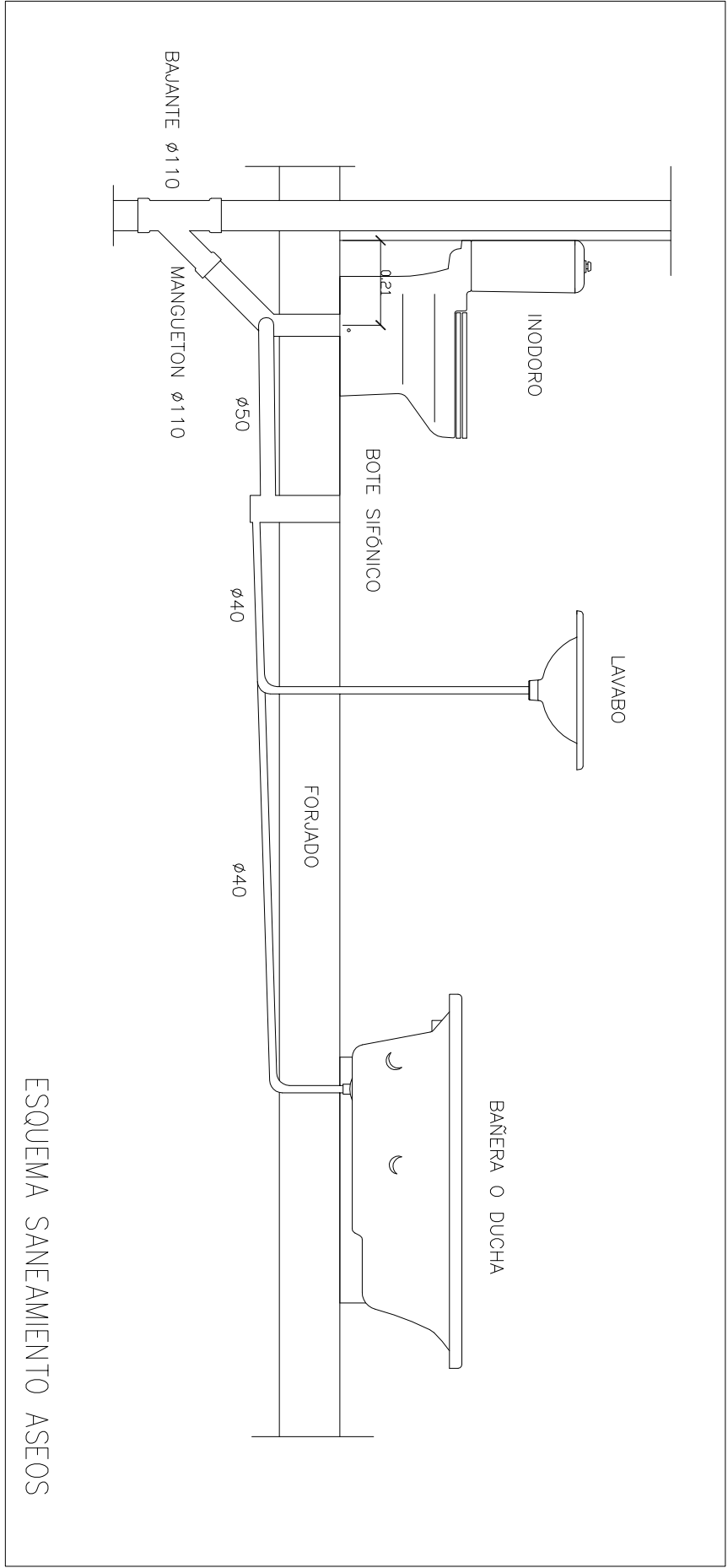
 CODO 45°

 TUBERÍA DE CANALIZACIÓN

 ARQUETA DE PASO

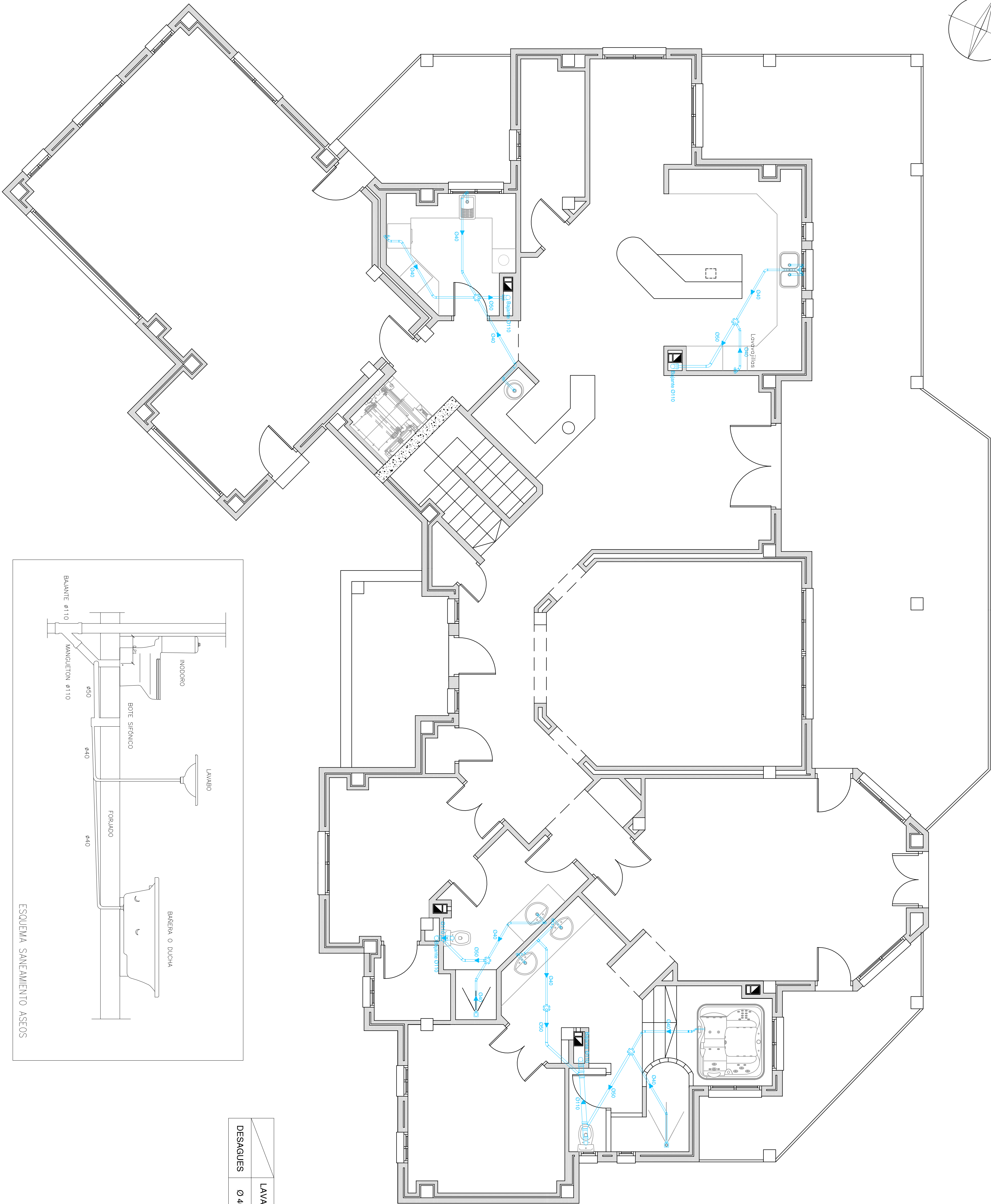
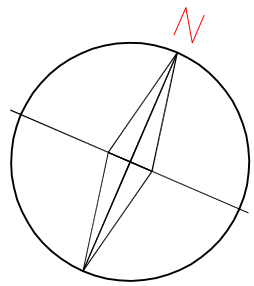
 TANQUE DE OXIDACIÓN TOTAL

	LAVABO	INODORO	DUCHA	FREGADERO	LAVADERO	LAVAVAJILLAS	LAVADORA
DESAGUES	Ø 40	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 40



ESQUEMA SANAMIENTO ASEOS

Nº DE PLANO	N03 - Instalación de saneamiento. Planta Baja
DESCRIPCION	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	1 / 50



LEYENDA

BOTE SIFÓNICO

CODO 90º

BAIANTE

PIEZA T

SUMIDERO DUCHA

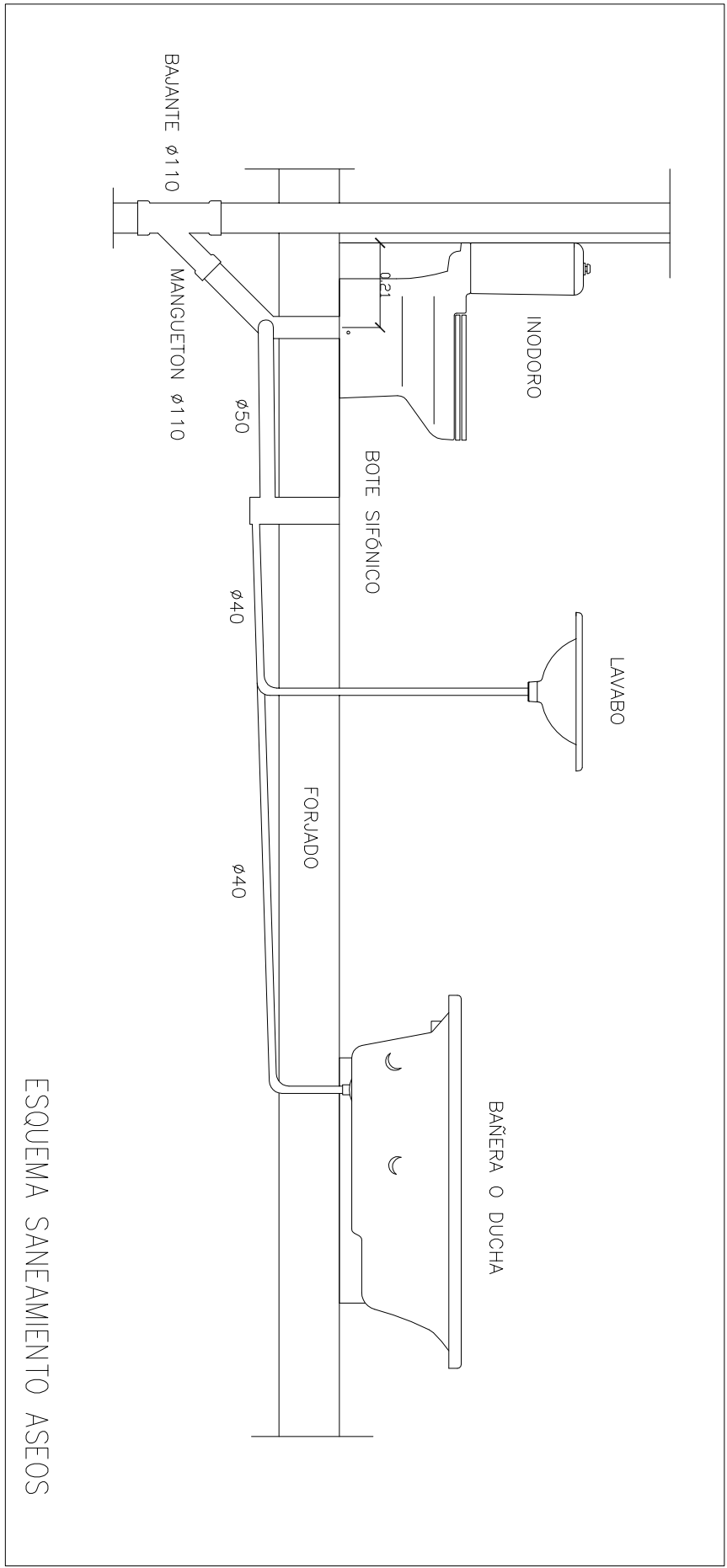
CODO 45º

TUBERÍA DE CANALIZACIÓN

ARQUETA DE PASO

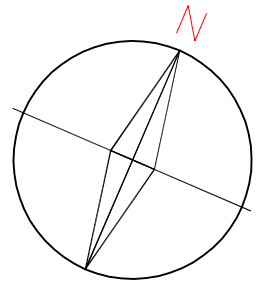
TANQUE DE OXIDACIÓN TOTAL

	LAVABO	INODORO	DUCHA	FREGADERO	LAVADERO	LAVAVAJILLAS	LAVADORA
DESAGUES	Ø 40	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 40	Ø 40

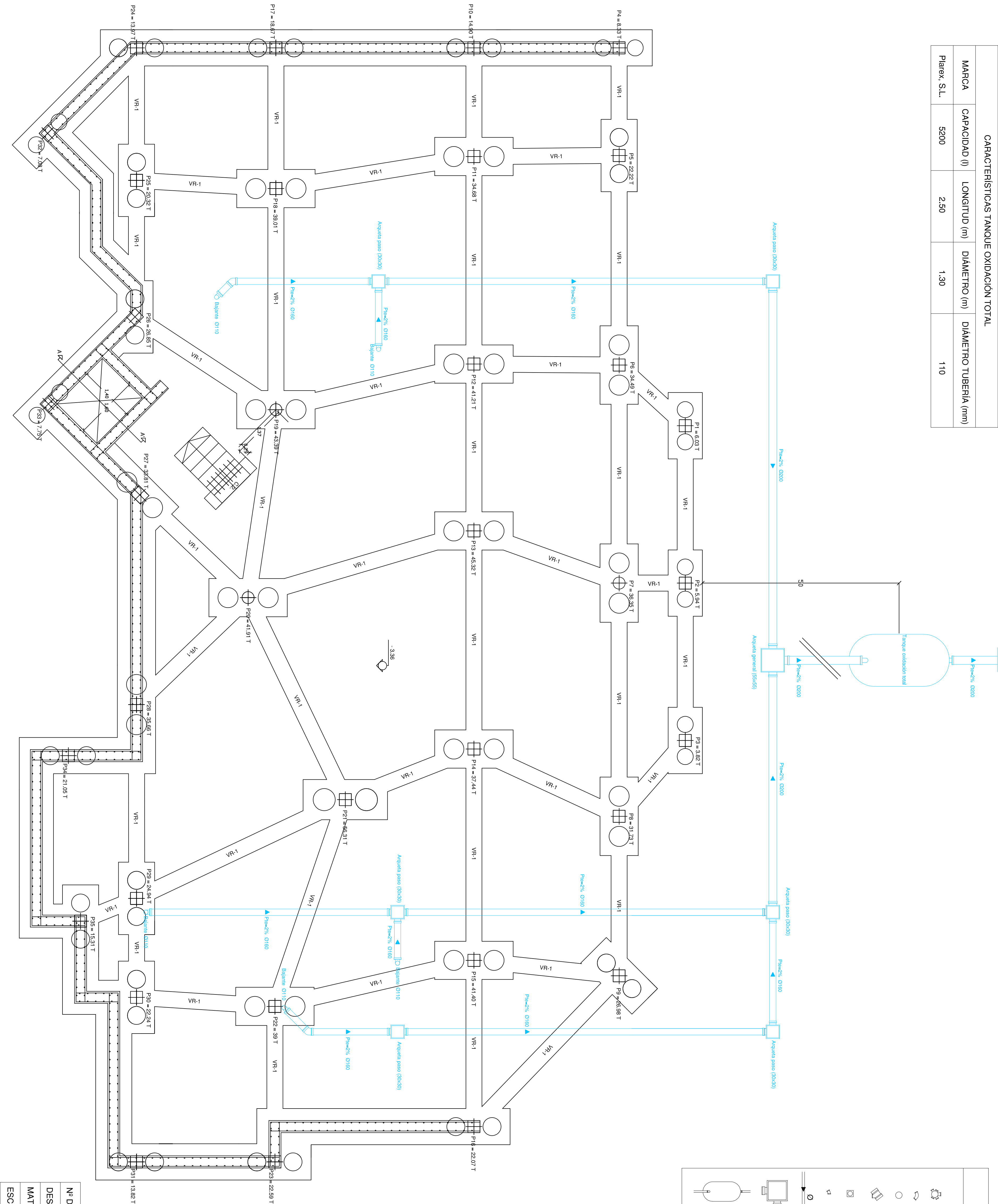


ESQUEMA SANEAMIENTO ASEOS

Nº DE PLANO	N04 - Instalación de saneamiento. Planta Alta
DESCRIPCIÓN	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	1 / 50



CARACTERÍSTICAS TANQUE OXIDACIÓN TOTAL				
MARCA	CAPACIDAD (l)	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	DIÁMETRO TUBERÍA (mm)
Plarex, S.L.	5200	2,50	1,30	110



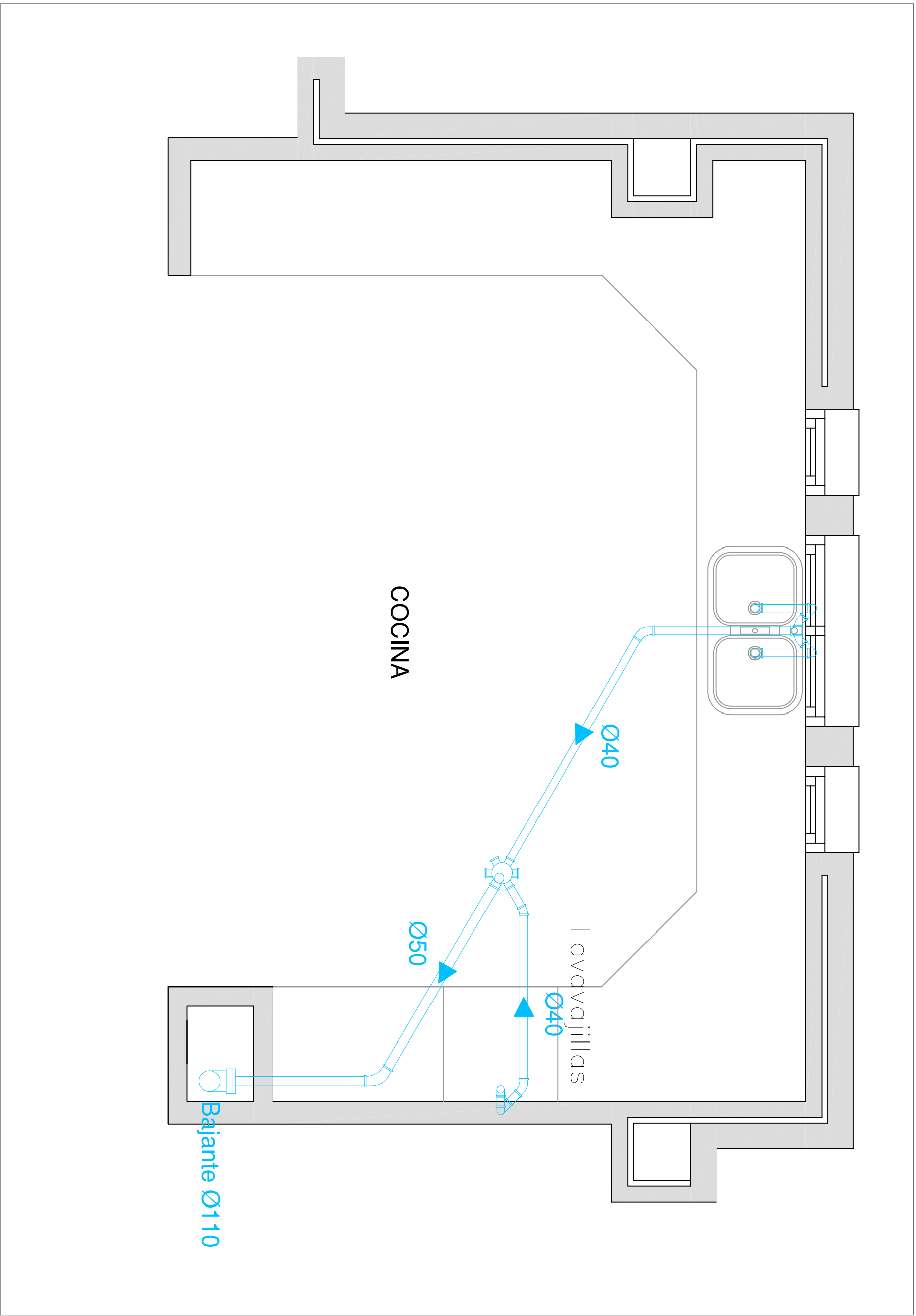
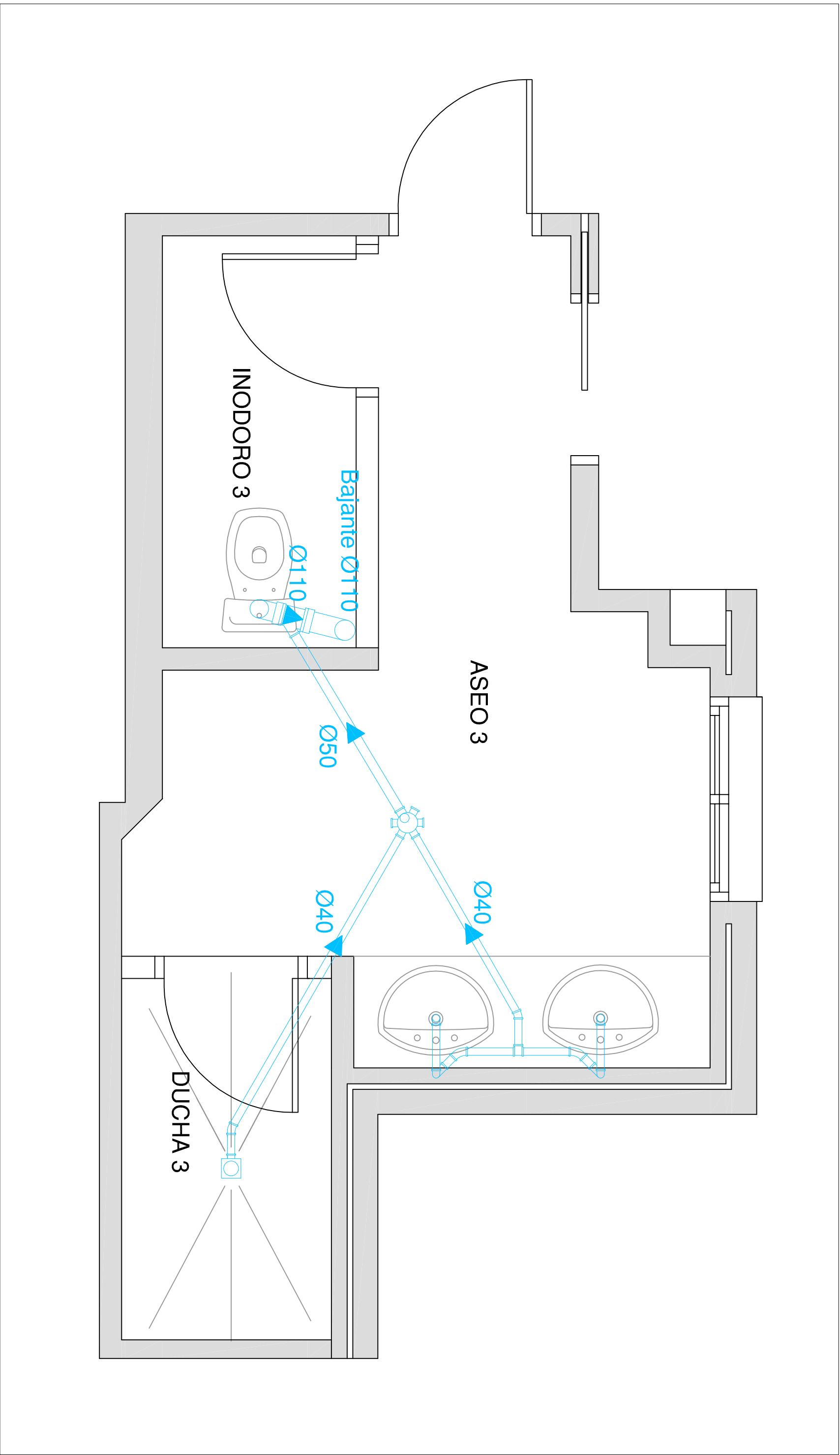
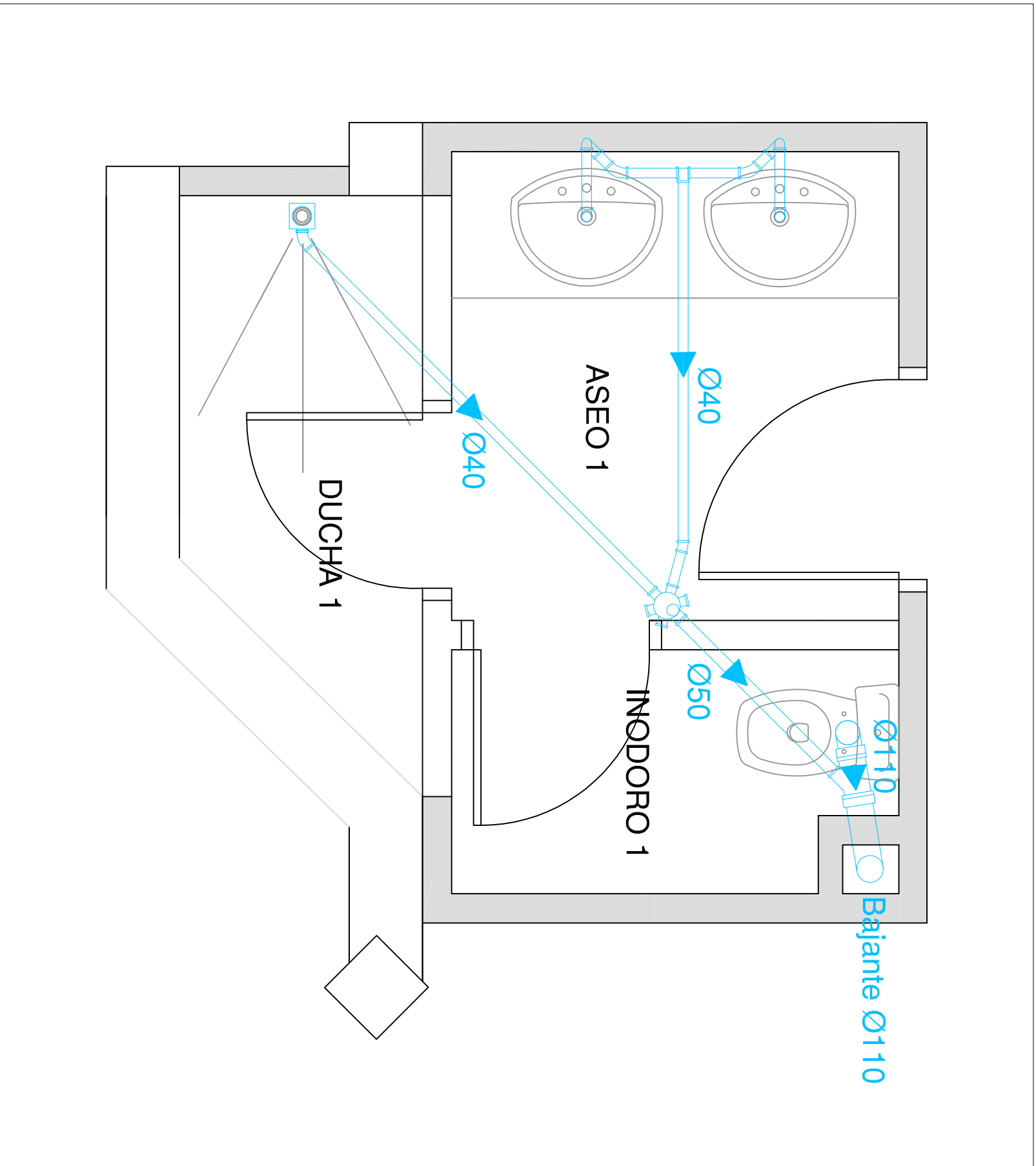
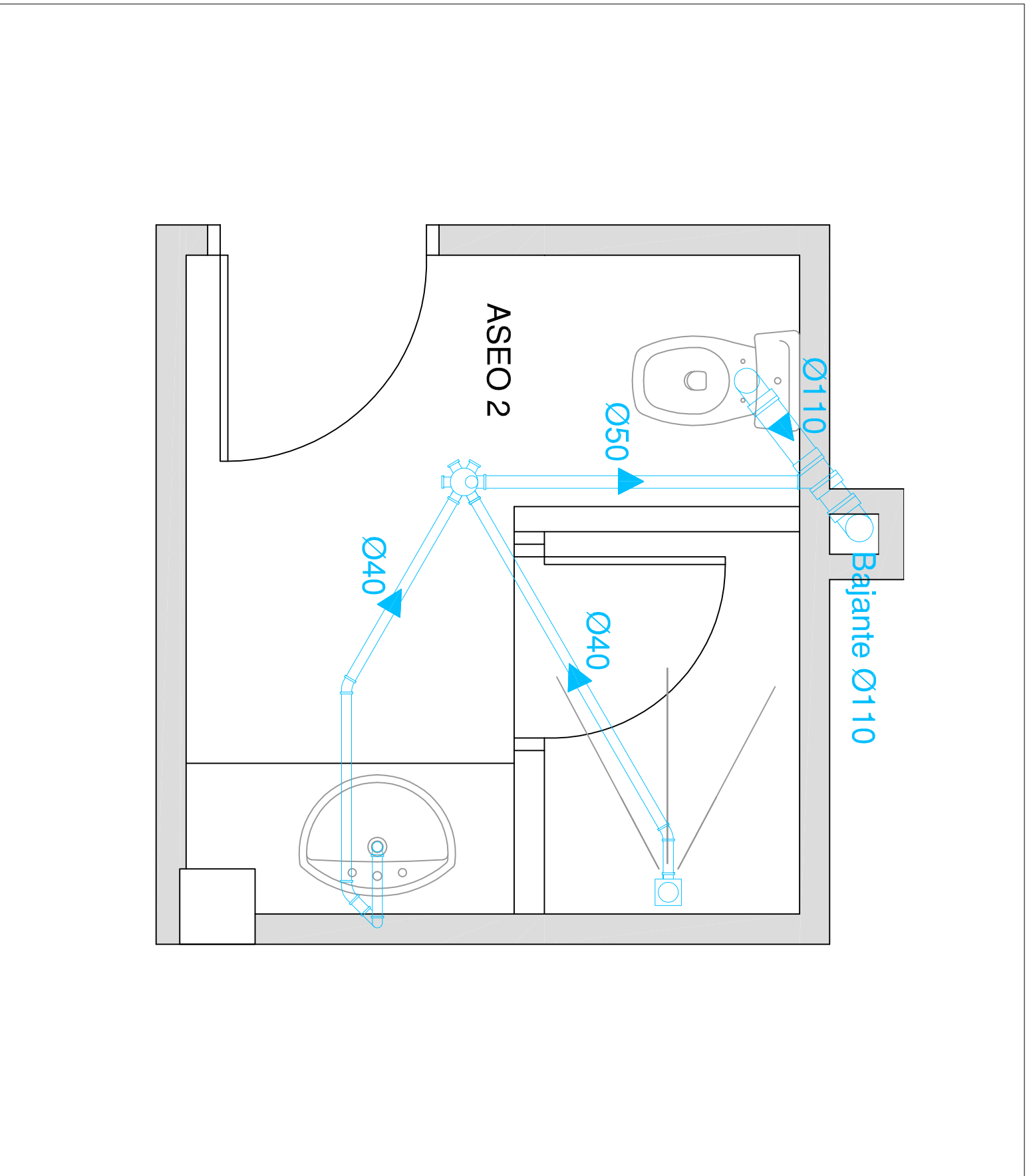
### LEYENDA

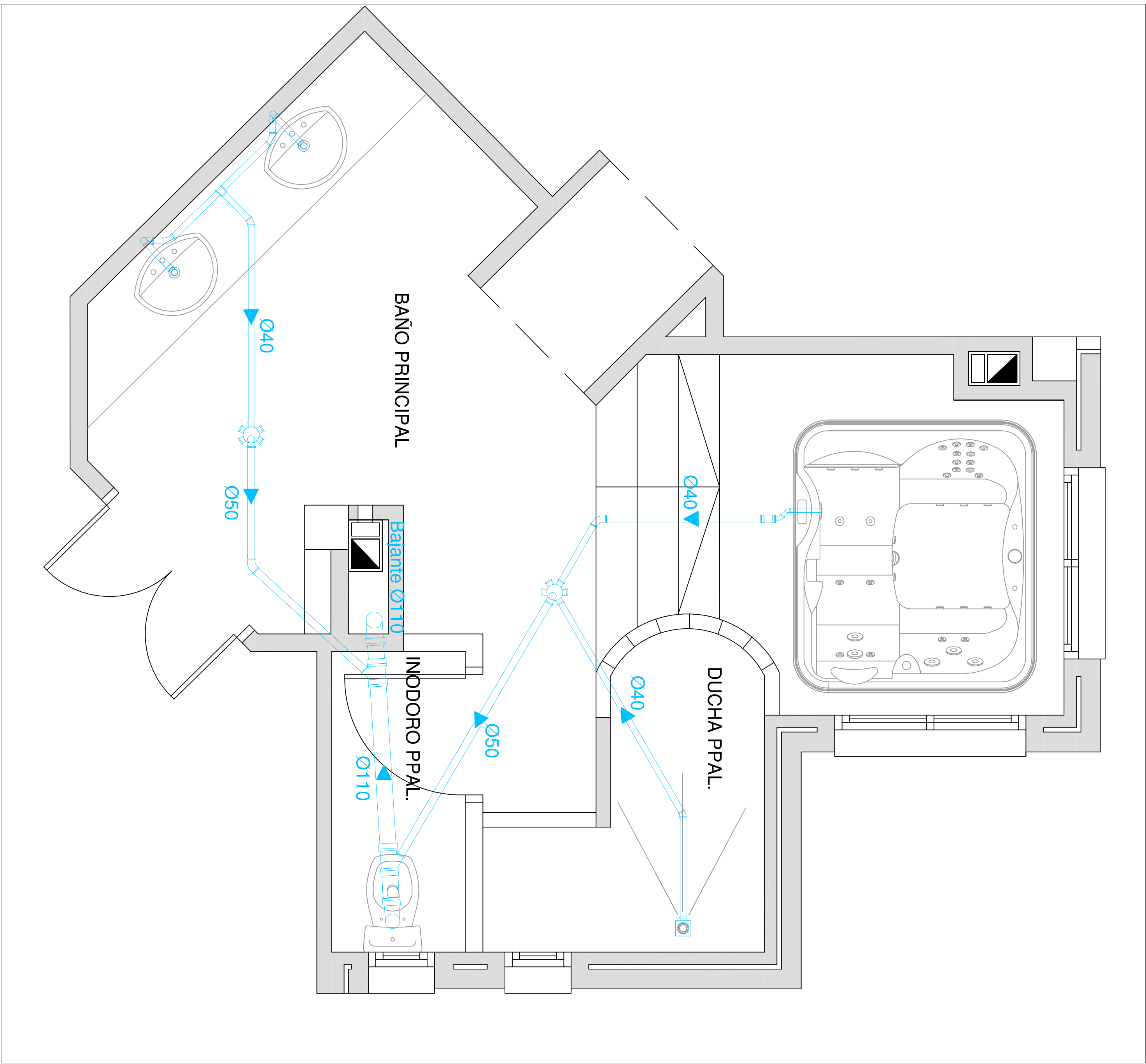
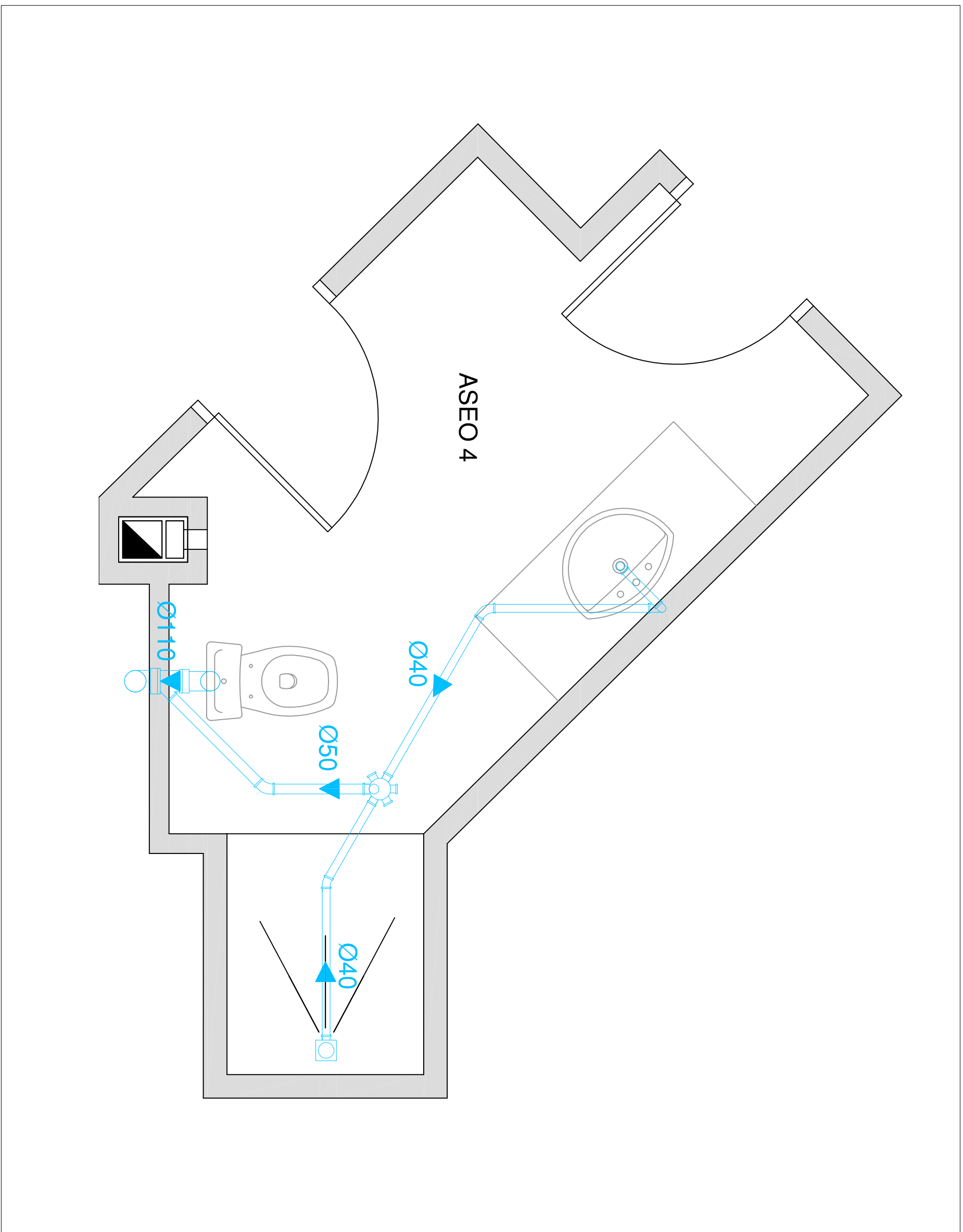
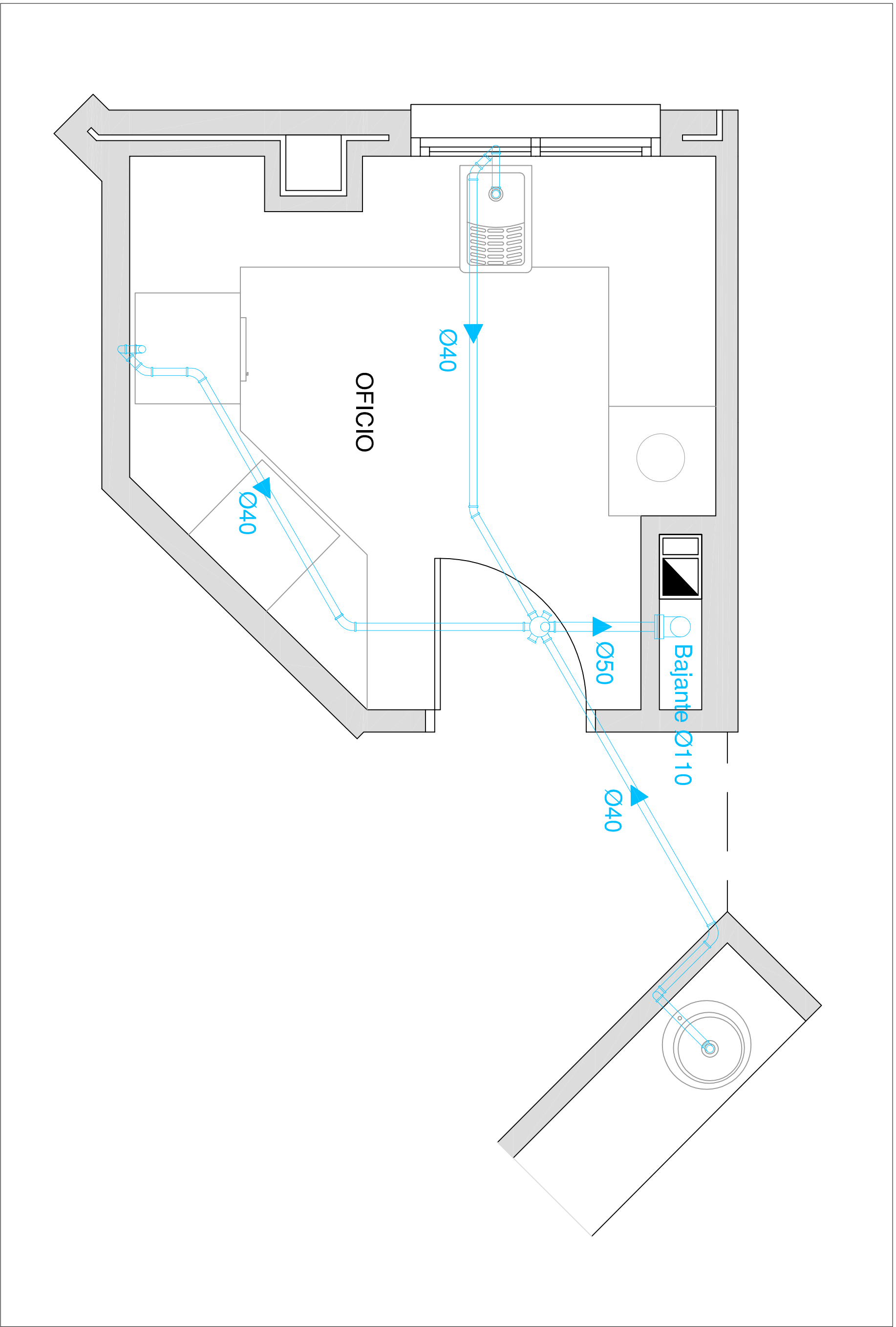
- BOTE SIFÓNICO
- CODO 90°
- BAJANTE
- PIEZA T
- SUMIDERO DUCHA
- CODO 45°
- TUBERÍA DE CANALIZACIÓN
- AROQUETA DE PASO
- TANQUE DE OXIDACIÓN TOTAL

Nº DE PLANO	N05 - Instalación de saneamiento. Orientación
DESCRIPCIÓN	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	1 / 50



Nº DE PLANO	N06 - Saneamiento. Locales húmedos
DESCRIPCIÓN	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	1 / 20

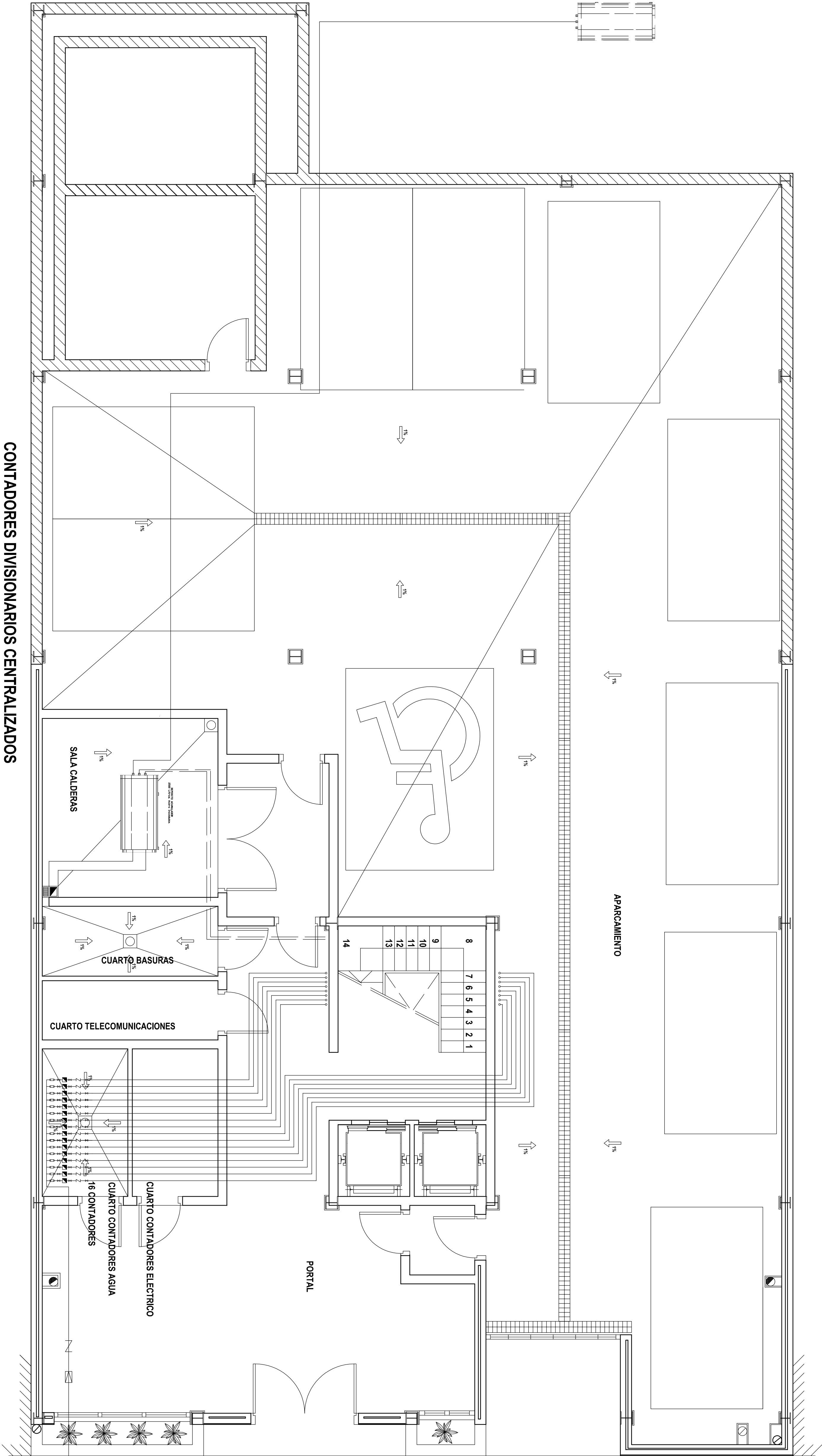




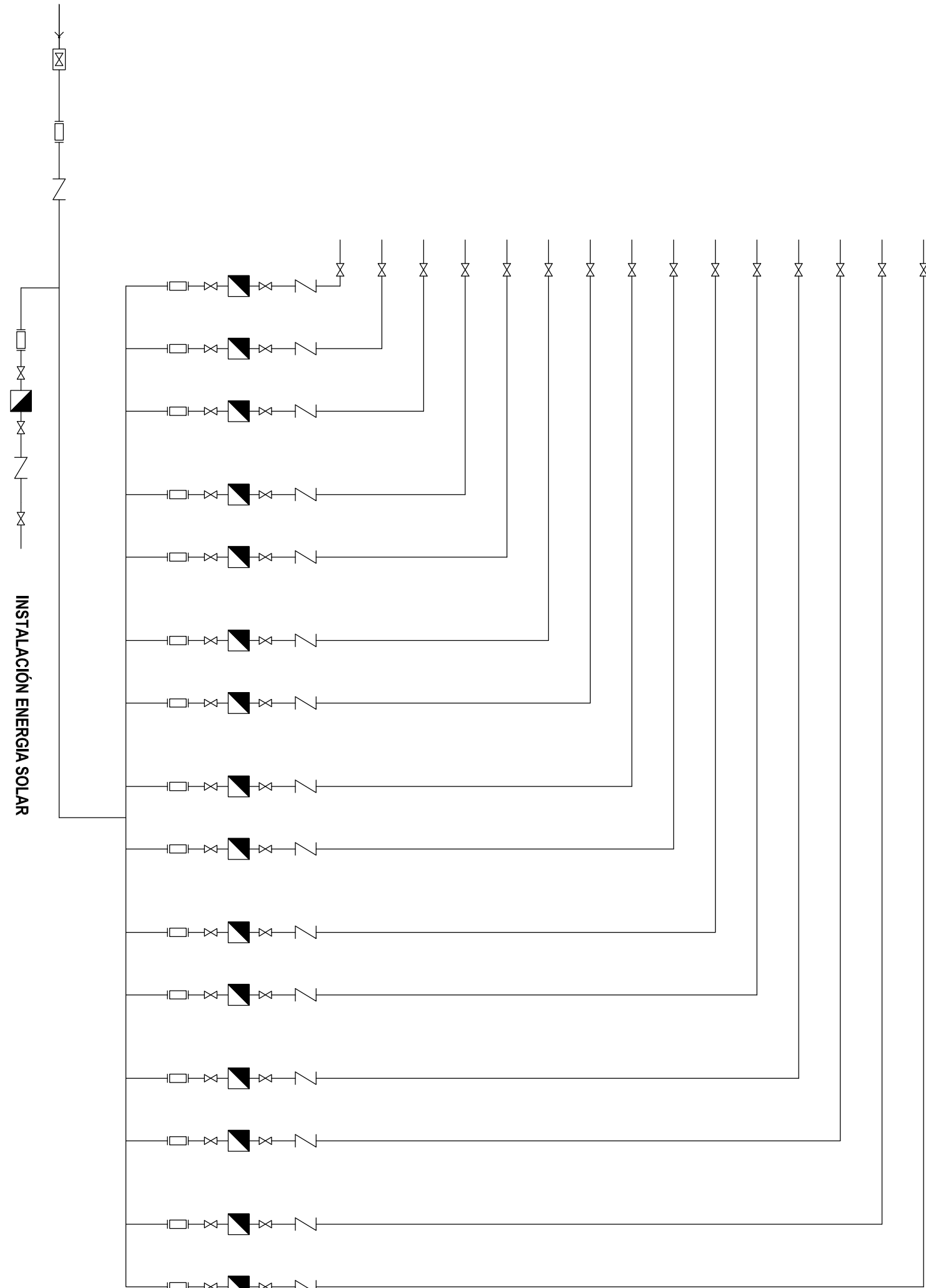
Nº DE PLANO	N07 - Saneamiento. Locales húmedos
DESCRIPCIÓN	Vivienda unifamiliar aislada
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	1 / 20







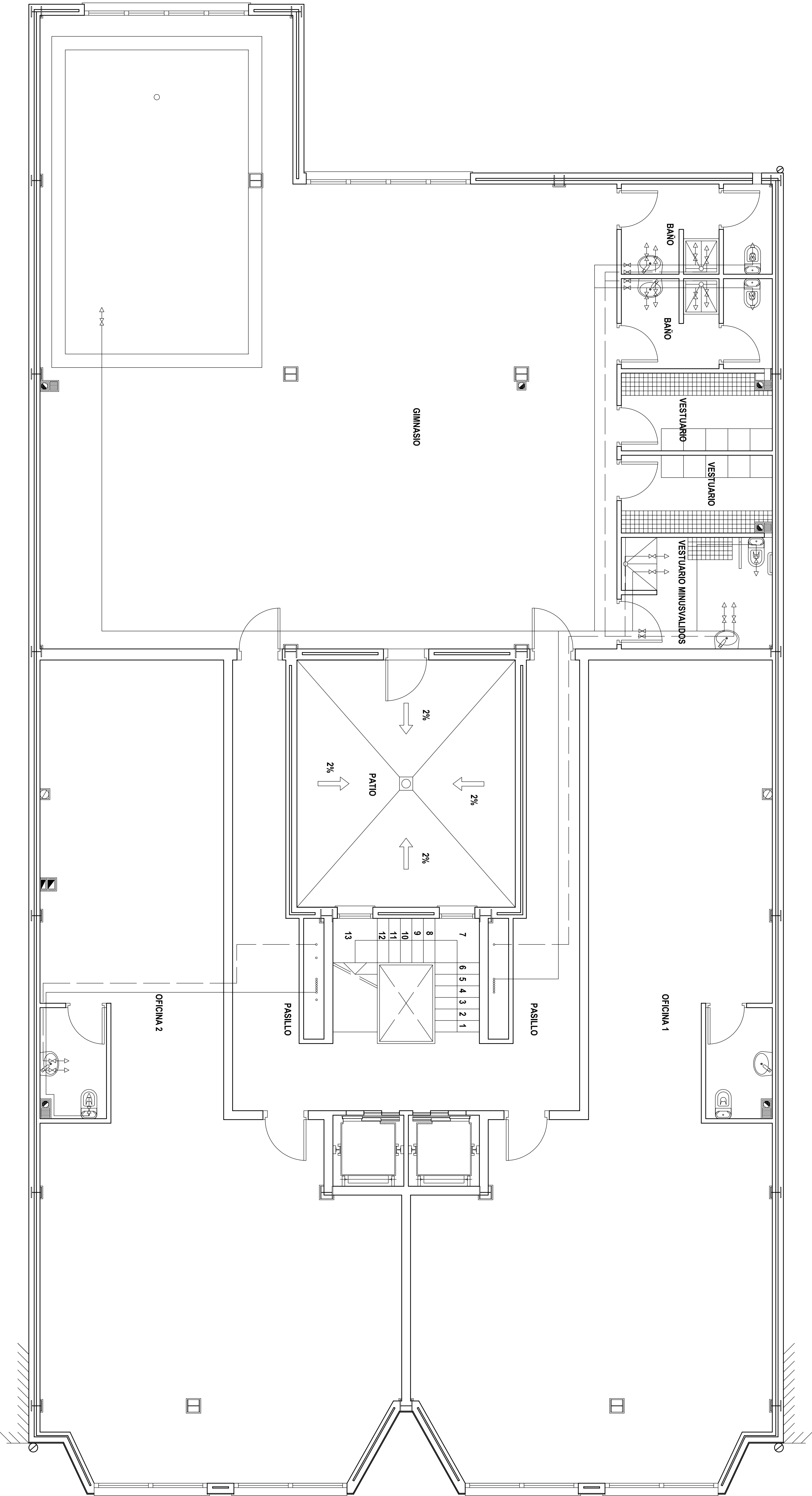
CONTADORES DIVISIONARIOS CENTRALIZADOS



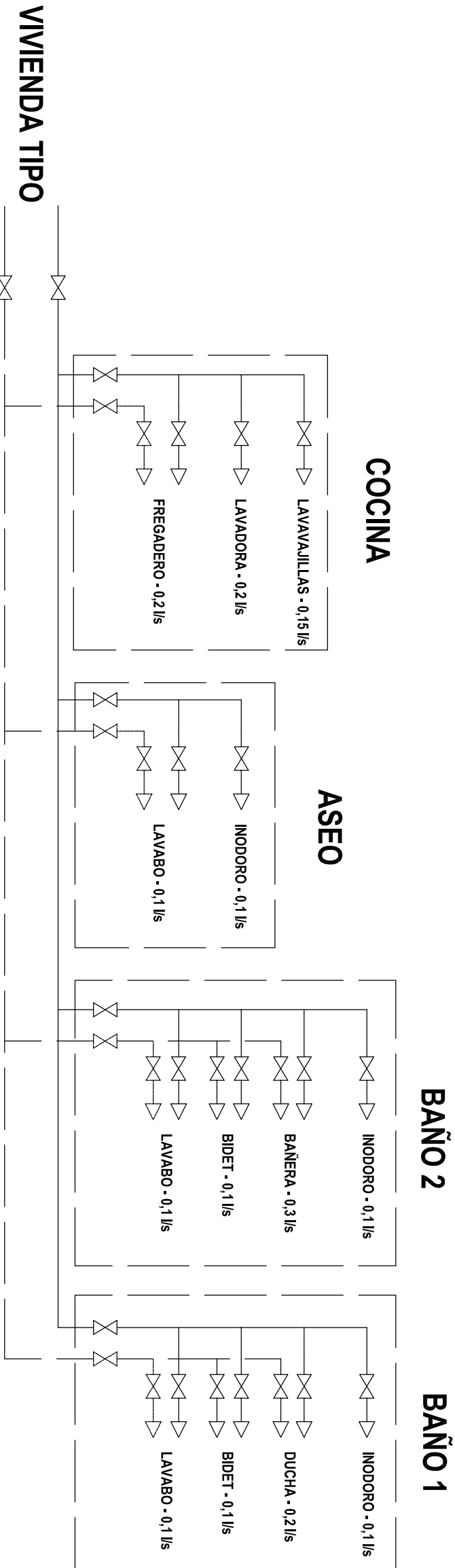
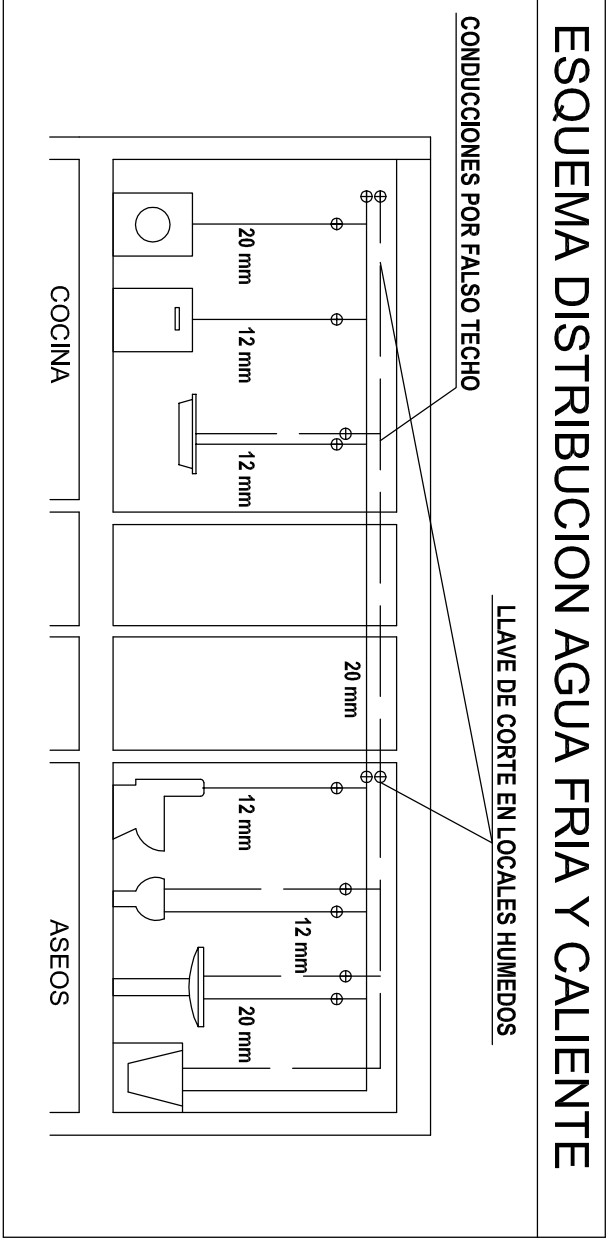
LEYENDA	
	ACOMETIDA
	LLAVE GENERAL
	VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
	LLAVE ANTIRRETORNO
	BOMBA DE PRESION CON ACUMULADOR
	FILTRO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR DIVISIONARIO
	CANALIZACION ACERO AGUA FRIA
	CANALIZACION ACERO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA CALIENTE

DIAMETROS CONEXION APARATOS			
LAVABO	Ø 12	FREGADERO	Ø 15
INODORO	Ø 12	LAVADORA	Ø 15
BIDET	Ø 12	LAVAVAJILLAS	Ø 15
BAÑERA	Ø 15	GRIFOS	Ø 15
DUCHA	Ø 15		

Nº PLANO	NO9 - Instalación de fontanería. Planta baja
DESCRIPCION	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante acero
ESCALA	1 / 100

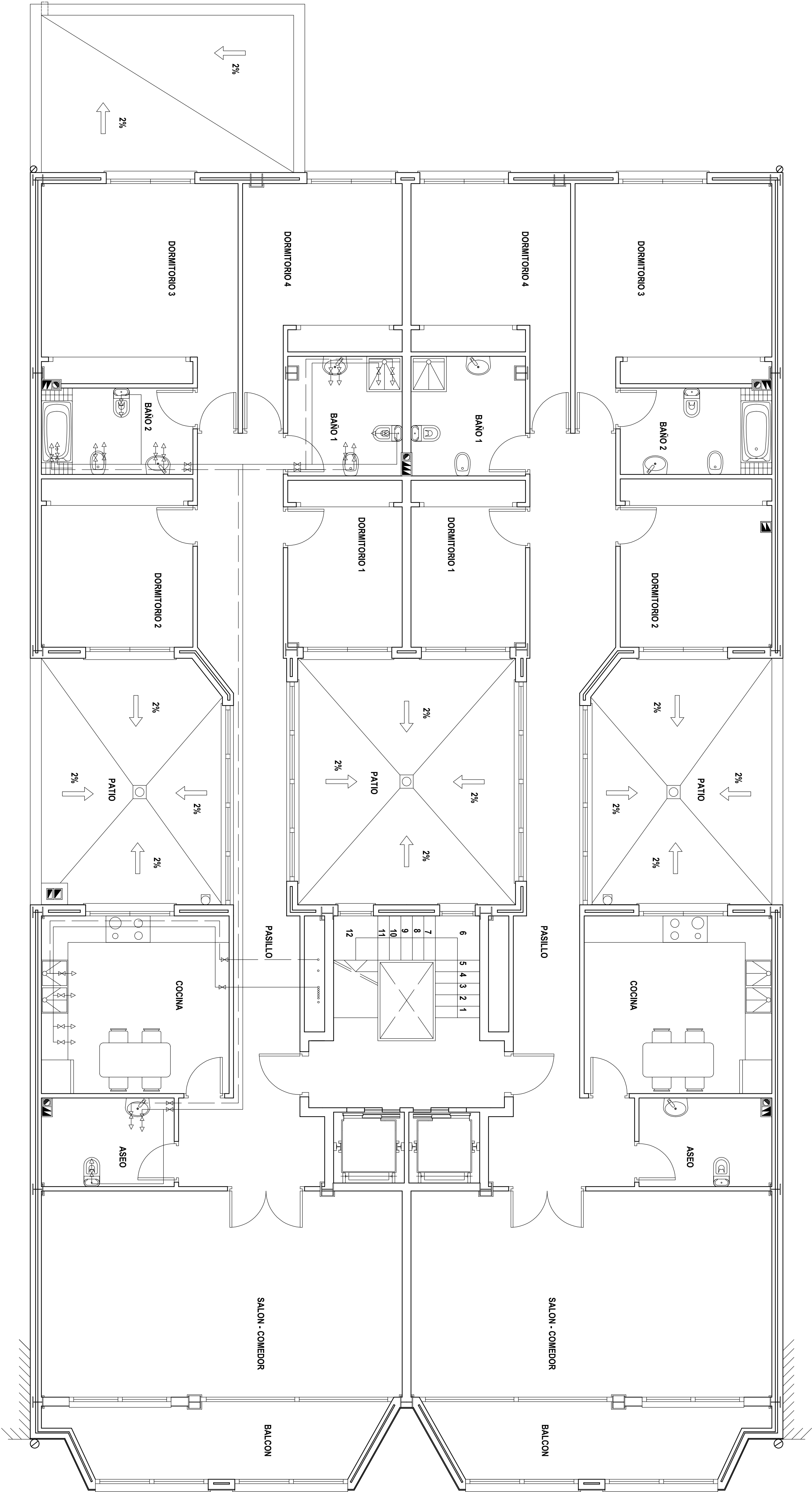


LEYENDA	
	ACOMETIDA
	LLAVE GENERAL
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION
	LLAVE ANTIRETORNO
	BOMBA DE PRESION CON ACUMULADOR
	FILTRO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR DIVISIONARIO
	CANALIZACION ACERO AGUA FRIA
	CANALIZACION ACERO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA CALIENTE

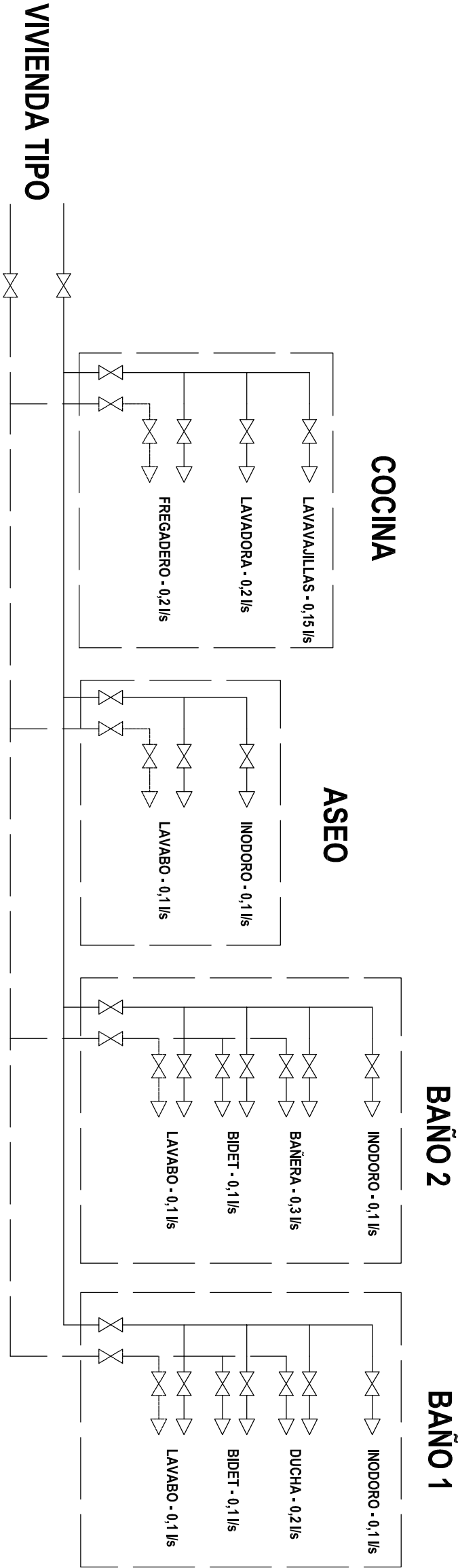
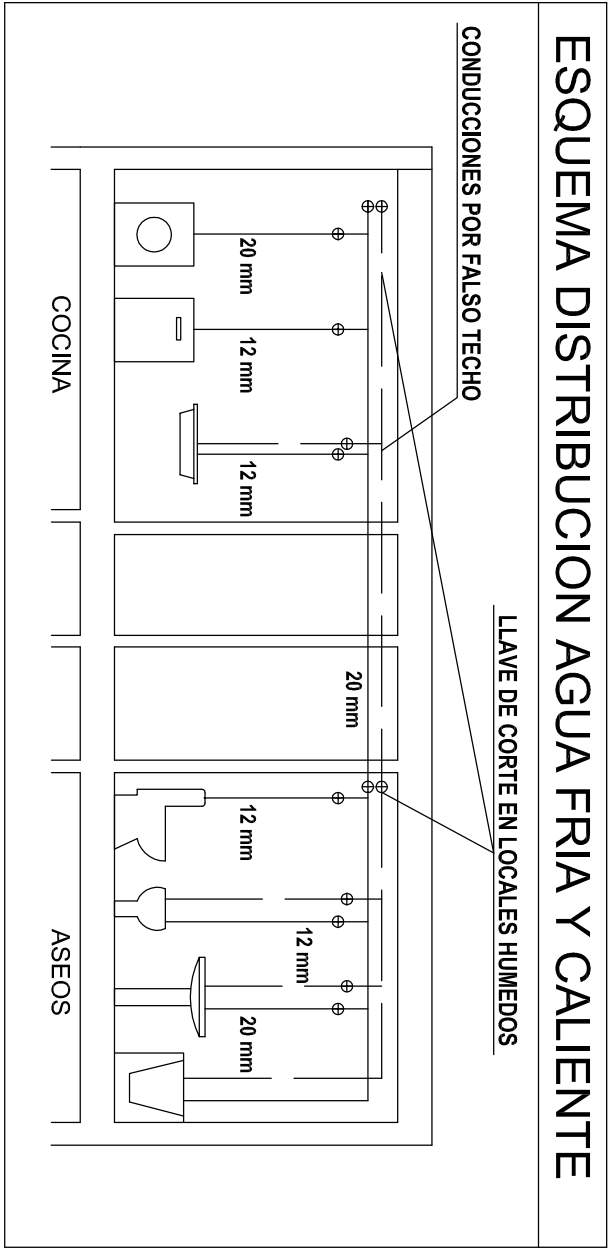


DIAMETROS CONEXION APARATOS			
LAVABO	Ø 12	FREGADERO	Ø 15
INODORO	Ø 12	LAVADORA	Ø 15
BIDET	Ø 12	LAVAVAJILLAS	Ø 15
BAÑERA	Ø 15	GRIFOS	Ø 15
DUCHA	Ø 15		

Nº PLANO	NT0 - Instalación de fontanería. Planta primera
DESCRIPCIÓN	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante acero
ESCALA	1 / 100



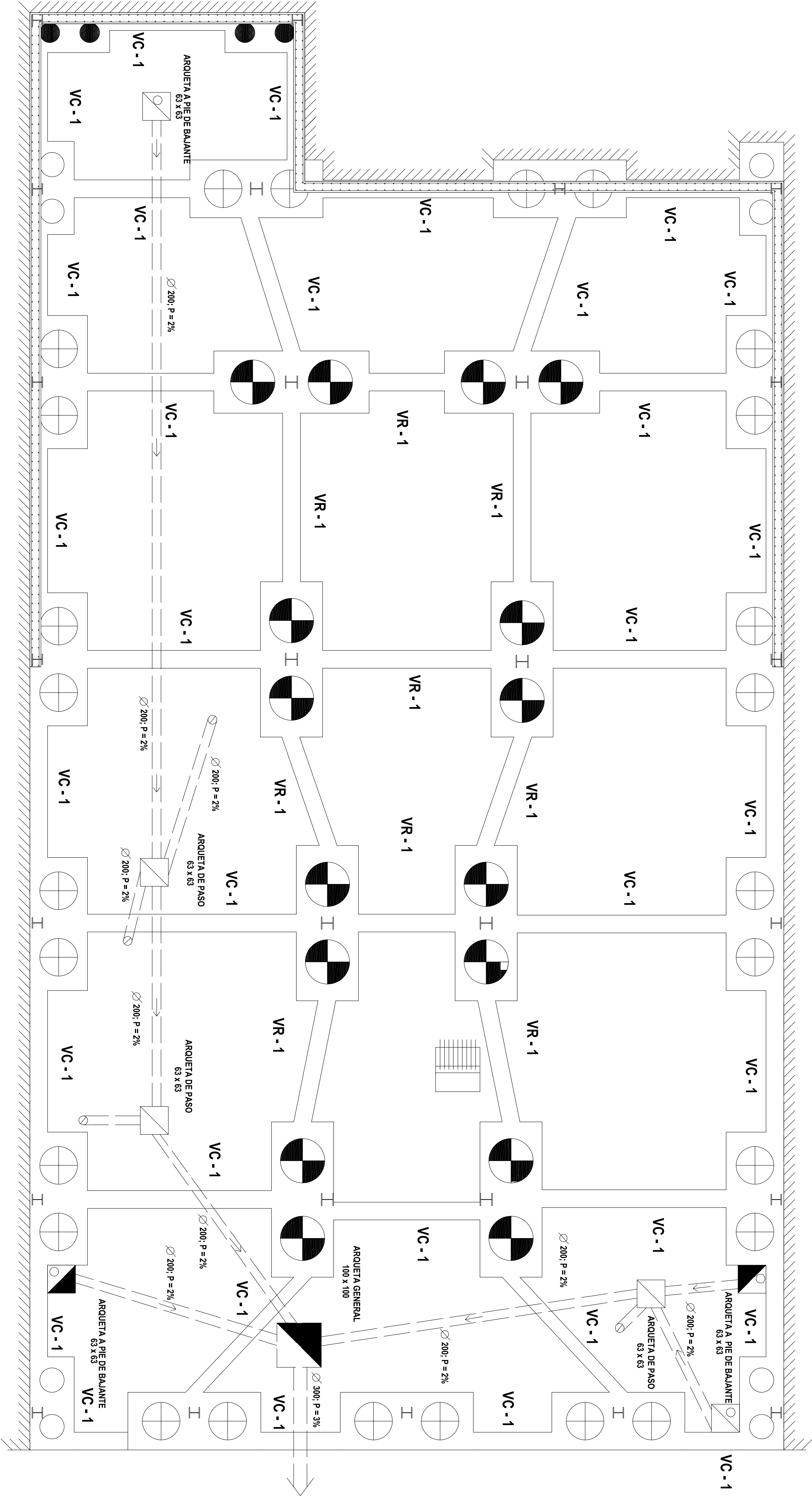
LEYENDA	
	ACOMETIDA
	LLAVE GENERAL
	VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
	LLAVE ANTIRETORNO
	BOMBA DE PRESIÓN CON ACUMULADOR
	FILTRO
	LLAVE DE PASO
	CONTRADOR DIVISIONARIO
	CANALIZACIÓN ACERO AGUA FRIA
	CANALIZACIÓN ACERO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA CALIENTE
	GRIFO AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA FRIA
	MONTANTE AGUA CALIENTE



DIAMETROS CONEXION APARATOS			
LAVABO	Ø 12	FREGADERO	Ø 15
INODORO	Ø 12	LAVADORA	Ø 15
BIDET	Ø 12	LAVAVAJILLAS	Ø 15
BAÑERA	Ø 15	GRIFOS	Ø 15
DUCHA	Ø 15		

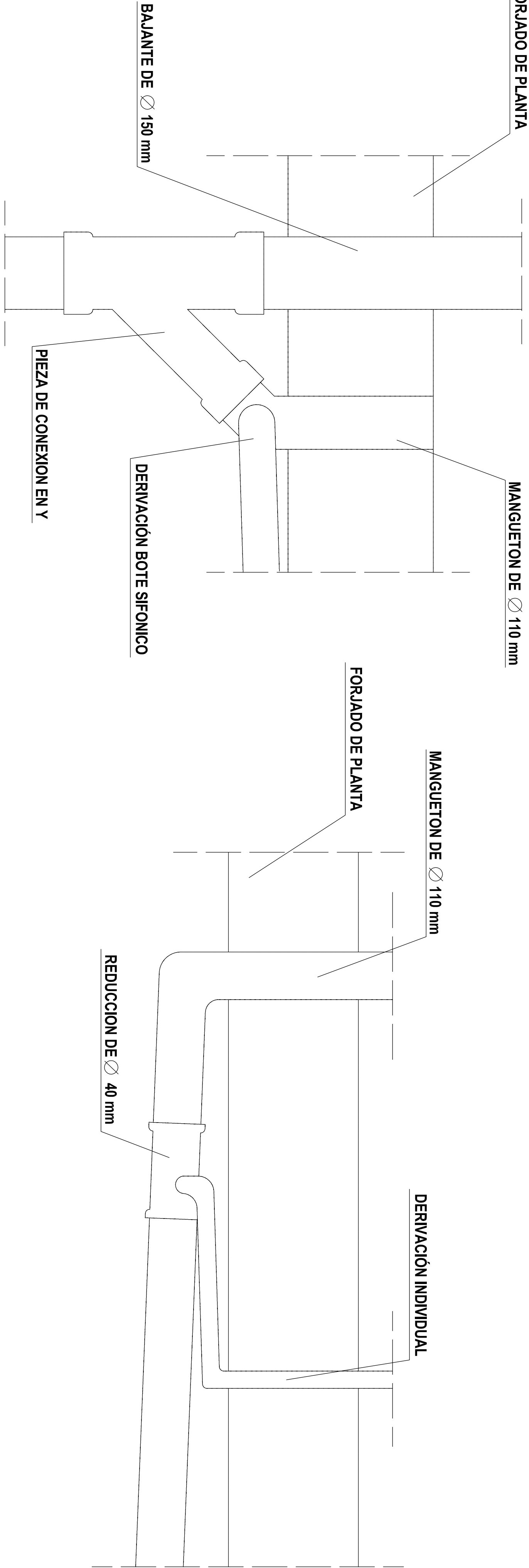
Nº PLANO	NT1 - Instalación de fontanería. Planta tipo
DESCRIPCIÓN	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante acero
ESCALA	1 / 100



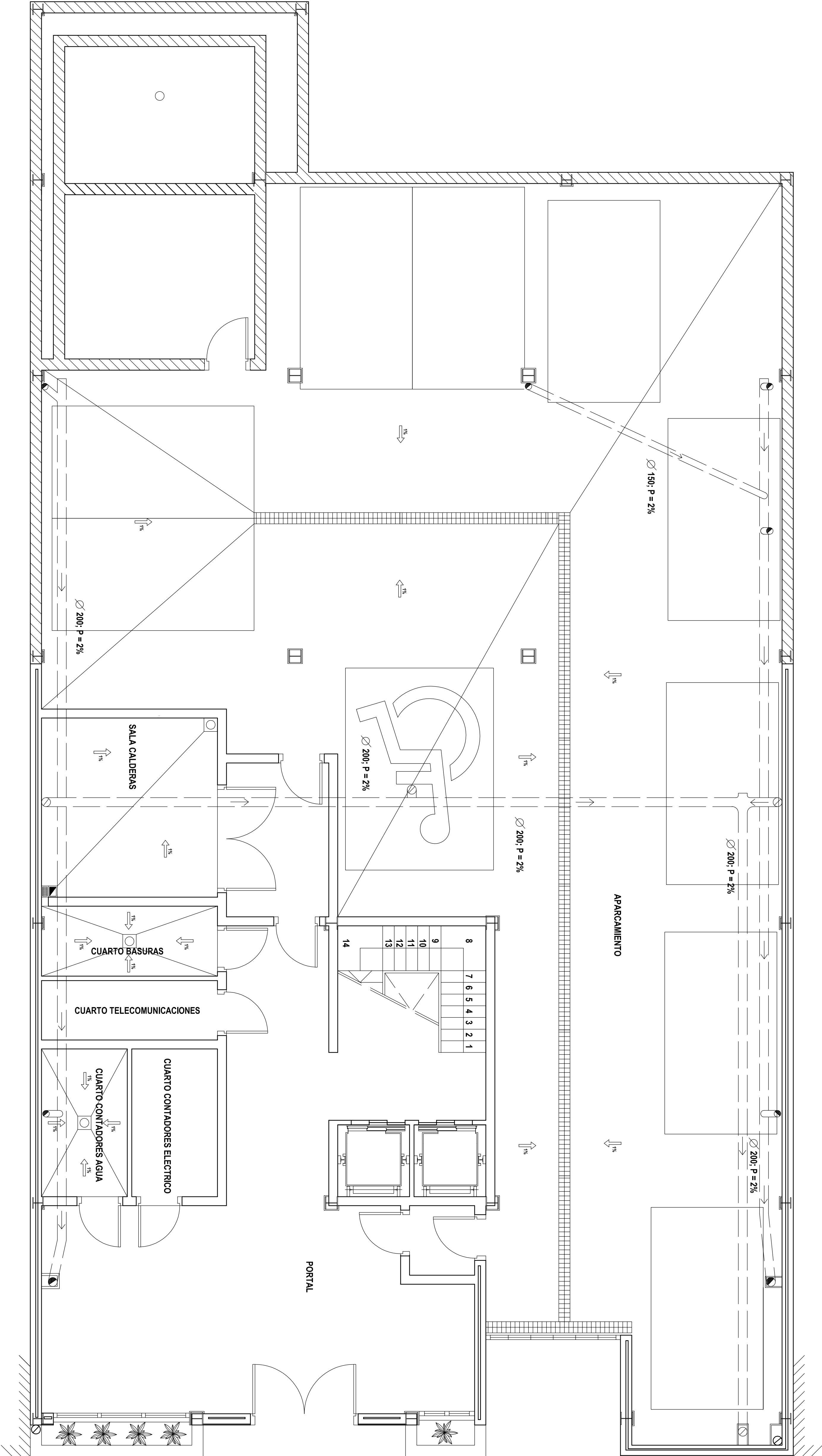


LEYENDA	
	BOTE SIFONICO
	BOTE SUMIDERO
	ARQUETA PLUVIALES
	ARQUETA FECALES
	CAJALLETAS SUMIDERO
	BAJANTE PLUVIALES
	BAJANTE FECALES
	TUBERIA EVACUACION BAJO SUELO
	TUBERIA EVACUACION DESCOLOGADA
	ARQUETA A PIE DE BAJANTE
	REJILLA DE VENTILACION EN TECHO
	SHUNT CON BAJANTE

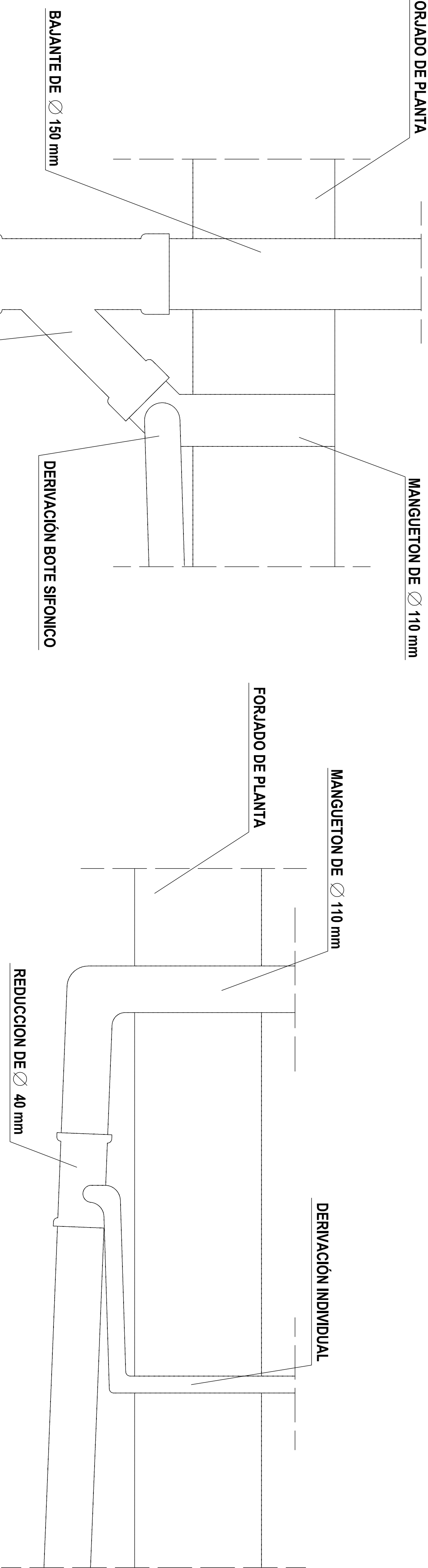
	LAVABO	BAÑERA	INODORO	BIDE	DUCHA	FREGADERO	LAVAVAJILLAS	LAVADORA
DESAGUES	Ø 40	Ø 50	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 75	Ø 75	Ø 75



Nº PLANO	N12 - Instalación de saneamiento. Cimentación
DESCRIPCION	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante PVC
ESCALA	1 / 100

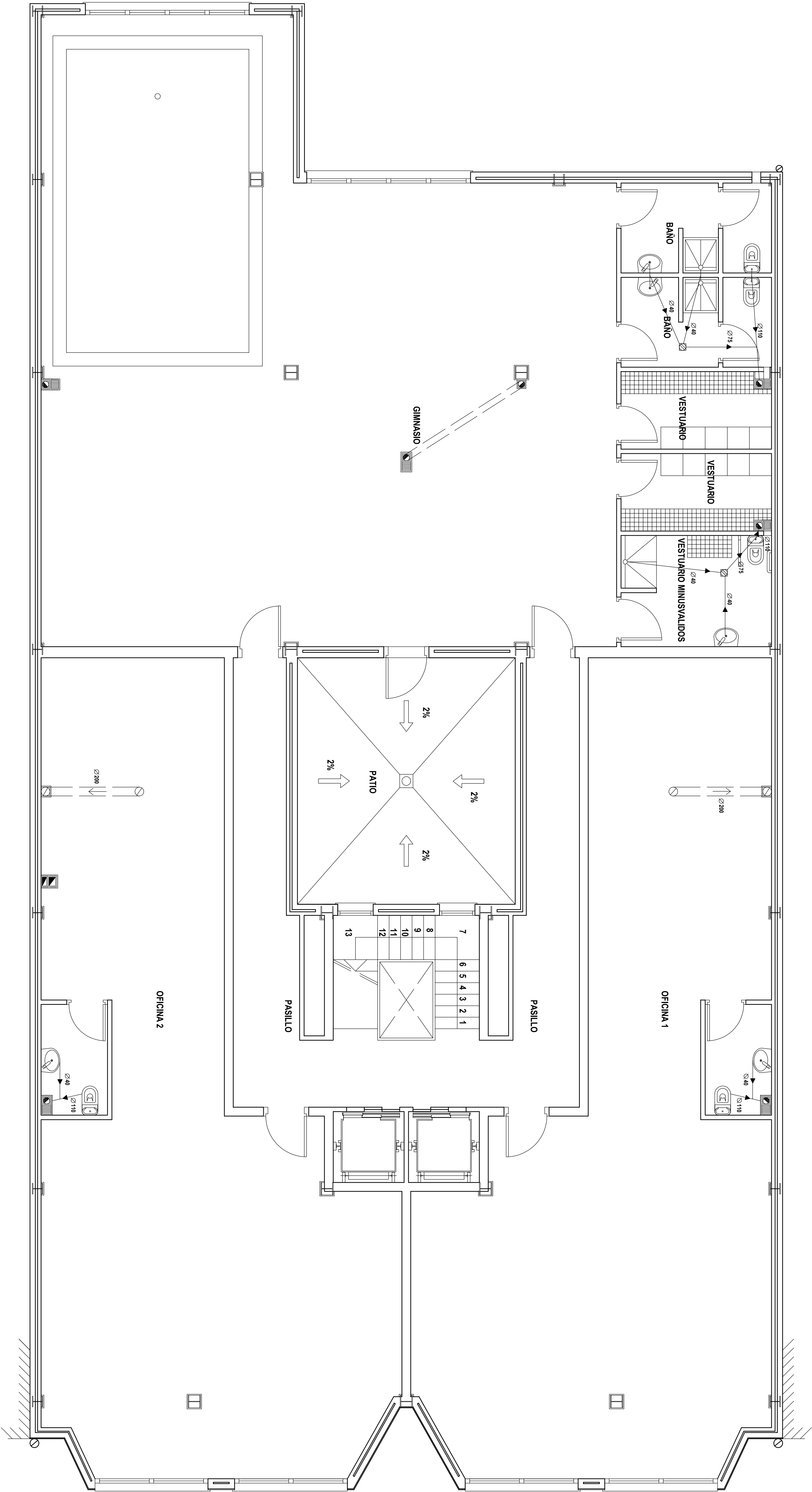


LEYENDA	
	BOTE SIFONICO
	BOTE SUMIDERO
	ARQUETA PLUVIALES
	ARQUETA FECALES
	CAVALETA SUMIDERO
	BAJANTE PLUVIALES
	BAJANTE FECALES
	TUBERIA EVACUACION BAJO SUELO
	TUBERIA EVACUACION DESCOLGADA
	ARQUETA A PIE DE BAJANTE
	REJILLA DE VENTILACION EN TECHO
	SHUNT CON BAJANTE



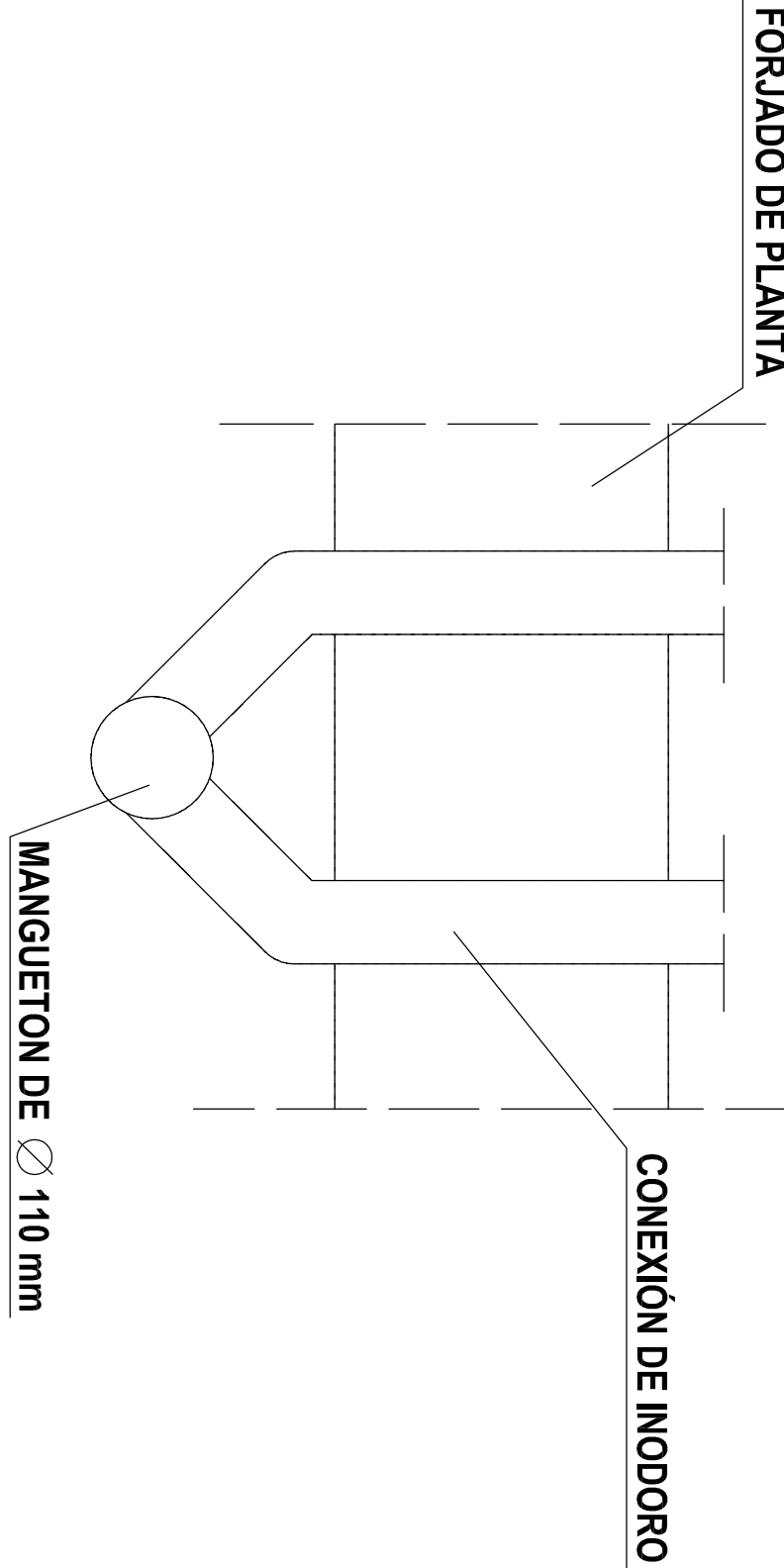
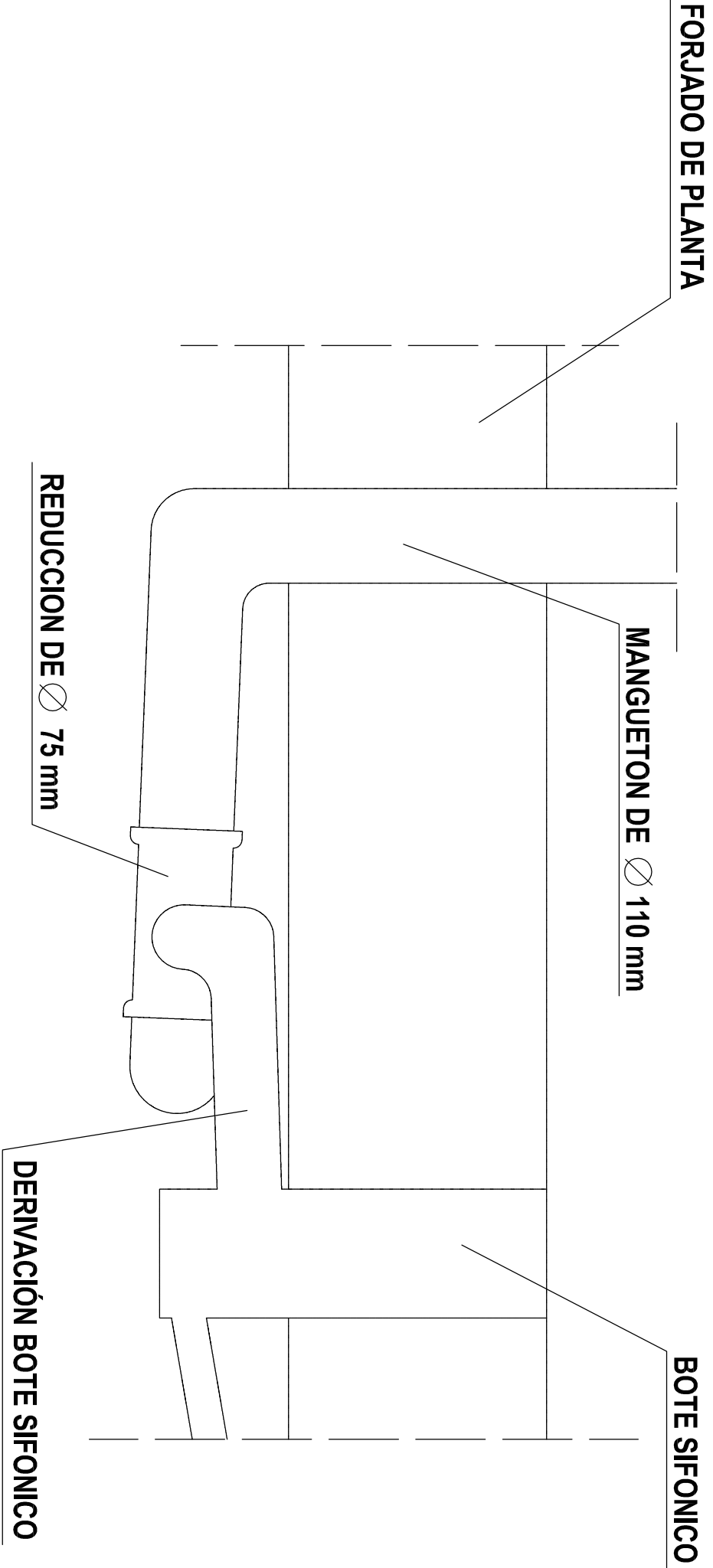
DESAGUES	LAVABO	BANERA	INODORO	BIDE	DUCHA	FREGADERO	LAVAVAJILLAS	LAVADORA
	Ø 40	Ø 50	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 75	Ø 75	Ø 75

Nº PLANO	N13 - Instalación de saneamiento. Planta baja
DESCRIPCION	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante PVC
ESCALA	1 / 100

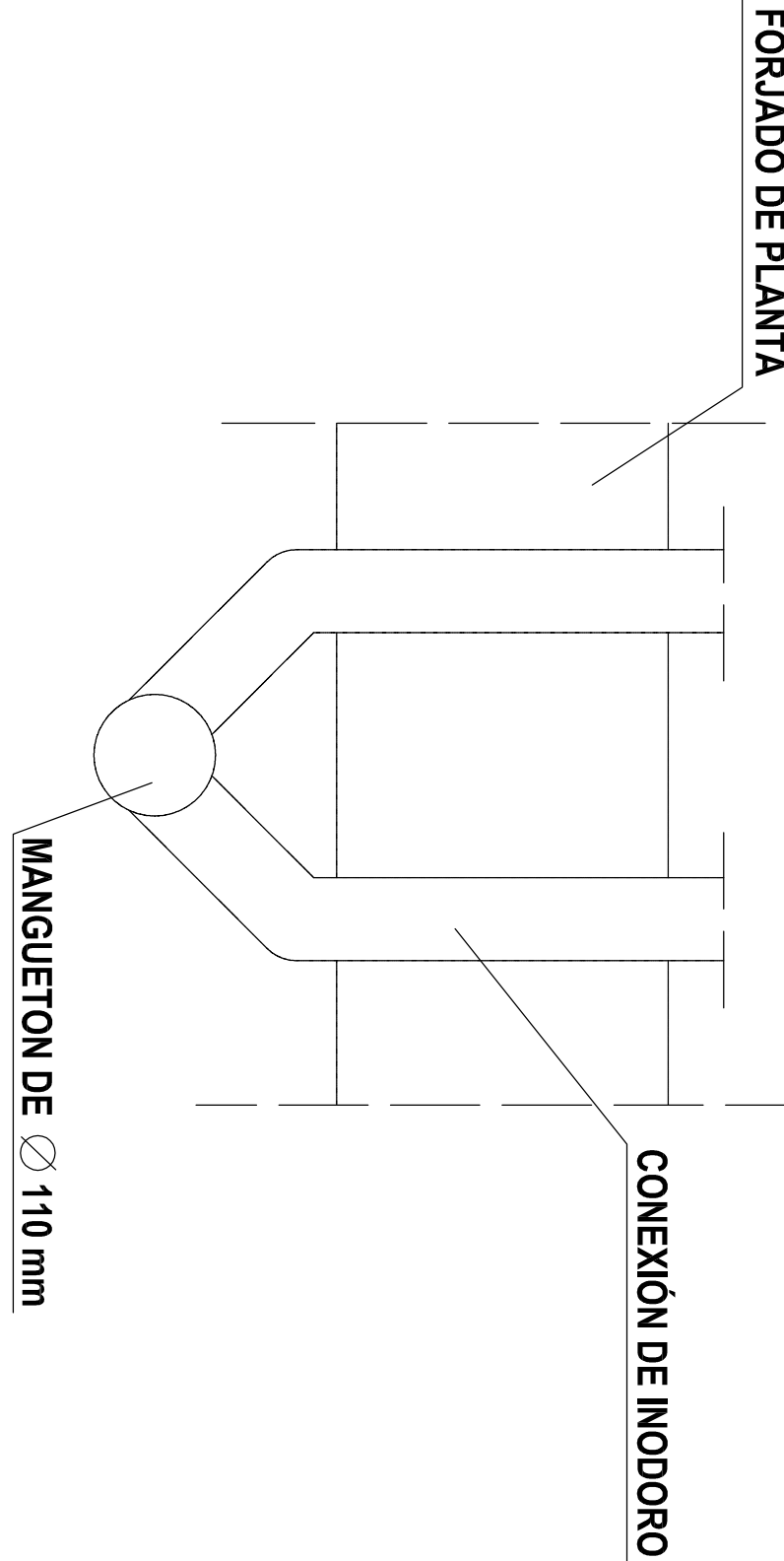
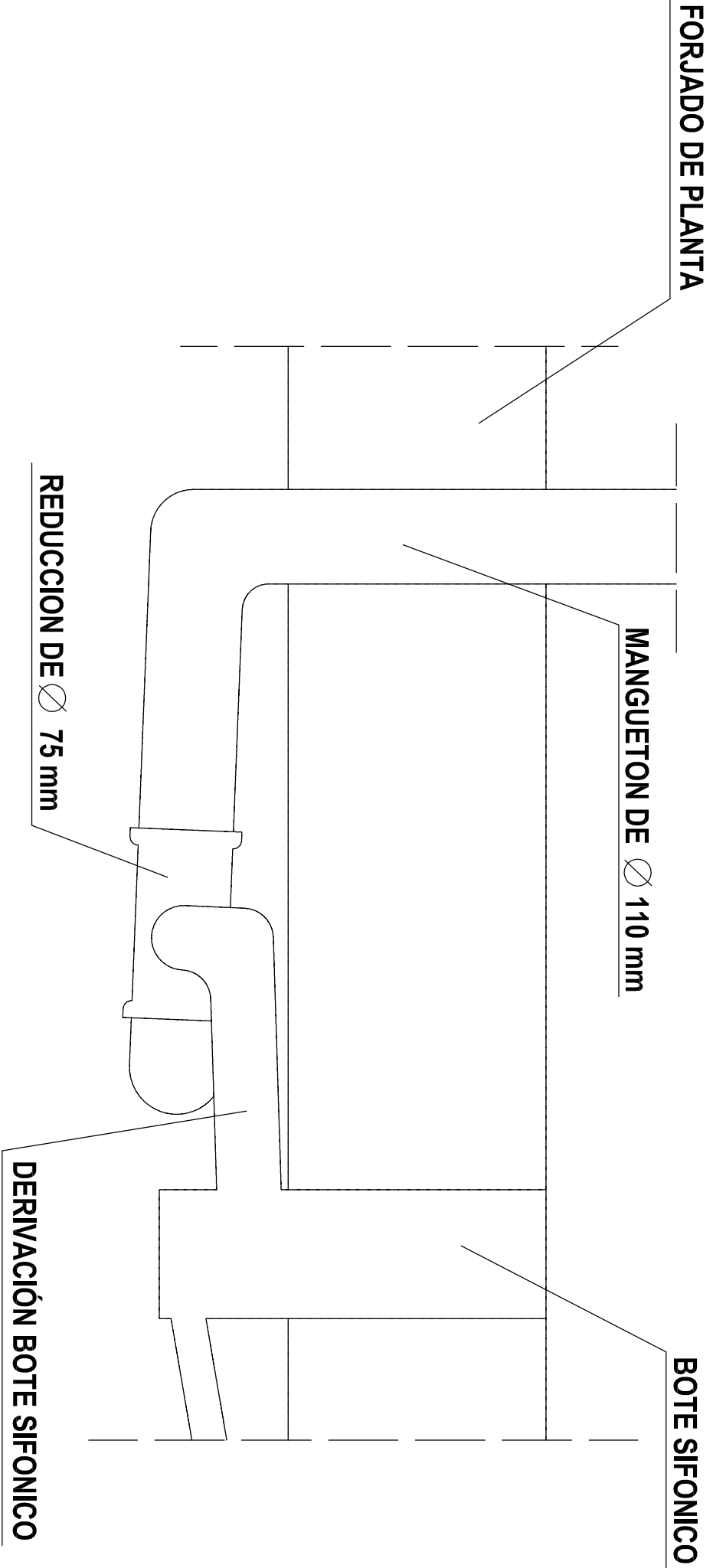
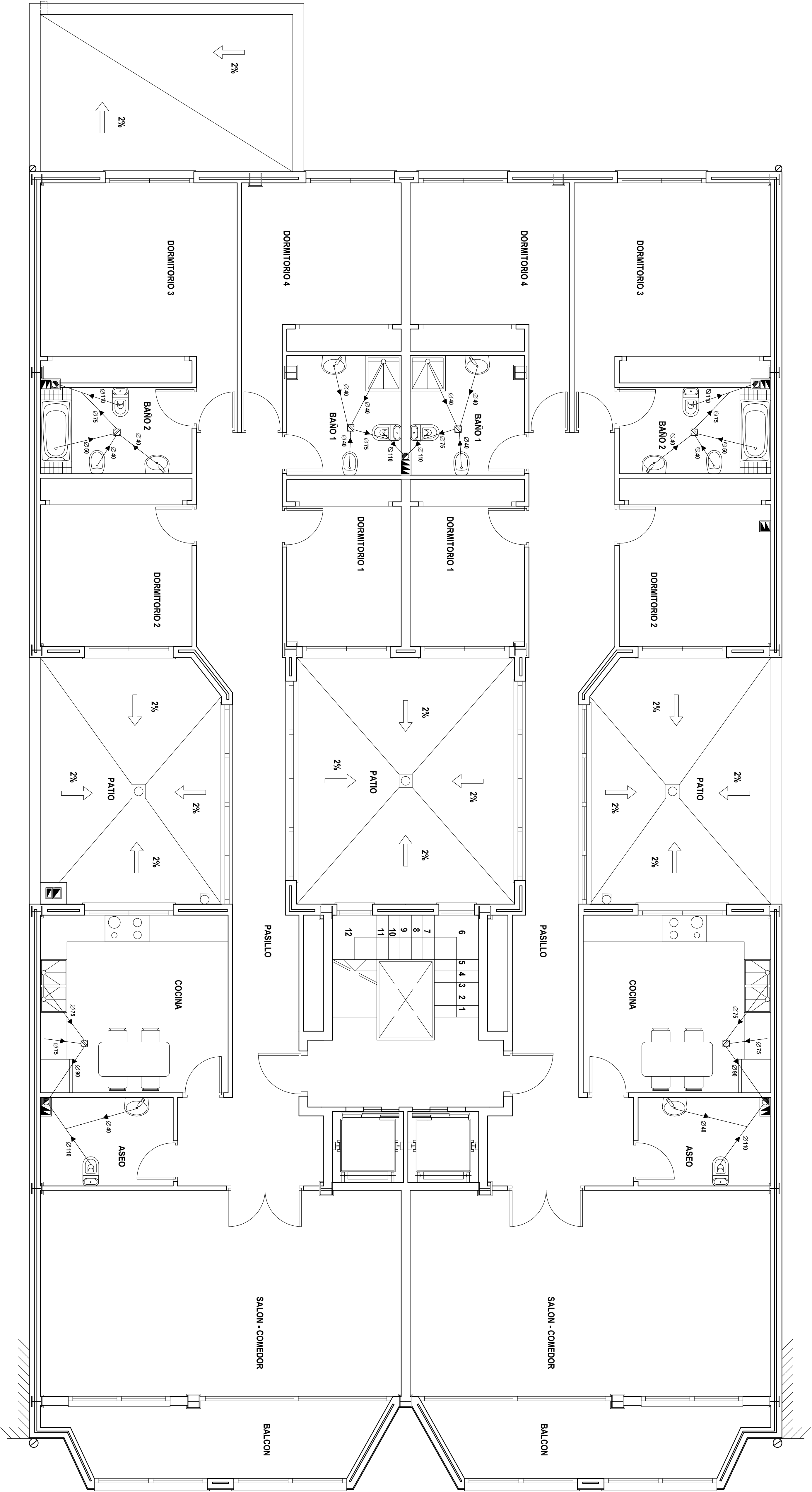


LEYENDA	
	BOTE SIFONICO
	BOTE SUMIDERO
	ARQUETA PLUVIALES
	ARQUETA FECALES
	CANALETA SUMIDERO
	BALANTE PLUVIALES
	BALANTE FECALES
	TUBERIA EVACUACION BAJO SUELO
	TUBERIA EVACUACION DESCOLGADA
	ARQUETA A PIE DE BALANTE
	REJILLA DE VENTILACION EN TECHO
	SHUNT CON BAJANTE

	LAVABO	BAÑERA	INODORO	BIDE	DUCHA	FREGADERO	LAVAVAJILLAS	LAVABORA
DESAGUES	Ø 40	Ø 50	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 75	Ø 75	Ø 75



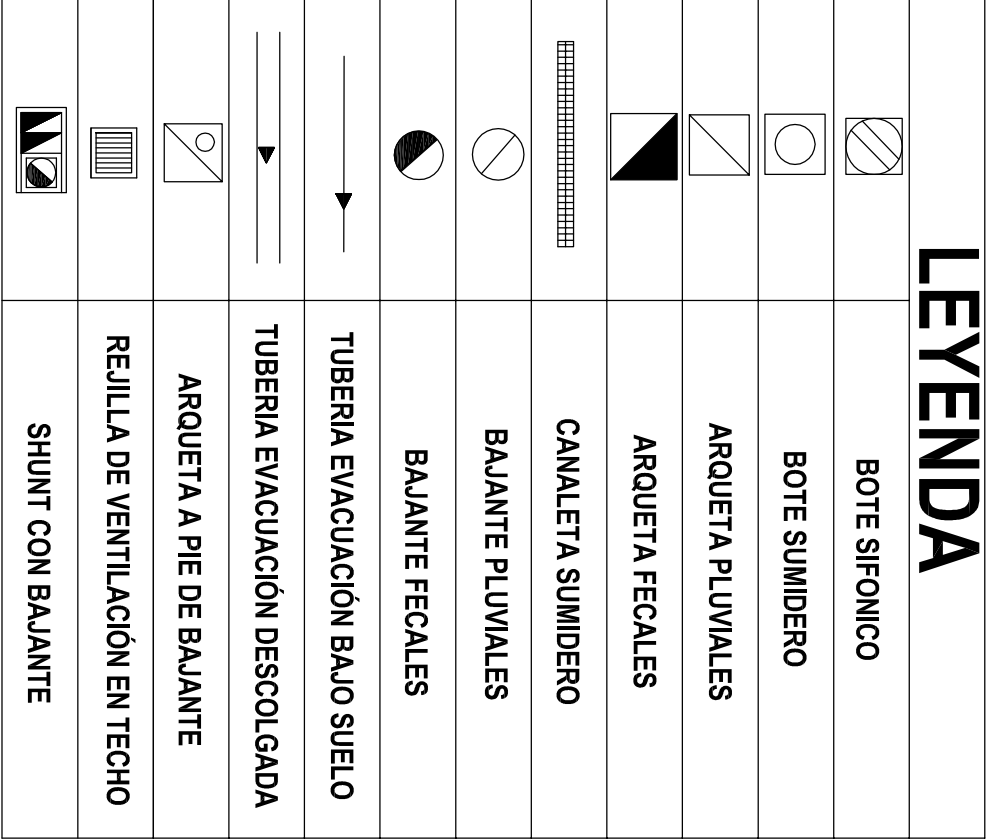
Nº PLANO	N14 - Instalación de saneamiento. Planta primera
DESCRIPCION	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante PVC
ESCALA	1 / 100



LEYENDA	
	BOTE SIFONICO
	BOTE SUMIDERO
	ARQUETA PLUVIALES
	ARQUETA FECALES
	CANALETAS SUMIDERO
	BAJANTE PLUVIALES
	BAJANTE FECALES
	TUBERIA EVACUACIÓN BAJO SUELO
	TUBERIA EVACUACIÓN DESCOLGADA
	ARQUETA A PIE DE BAJANTE
	REJILLA DE VENTILACIÓN EN TEOCHO
	SHUNT CON BAJANTE

DESAGUES	LAVABO	BAÑERA	INODORO	BIDE	DUCHA	FREGADERO	LAVAVAJILLAS	LAVADORA
	Ø 40	Ø 50	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 75	Ø 75	Ø 75

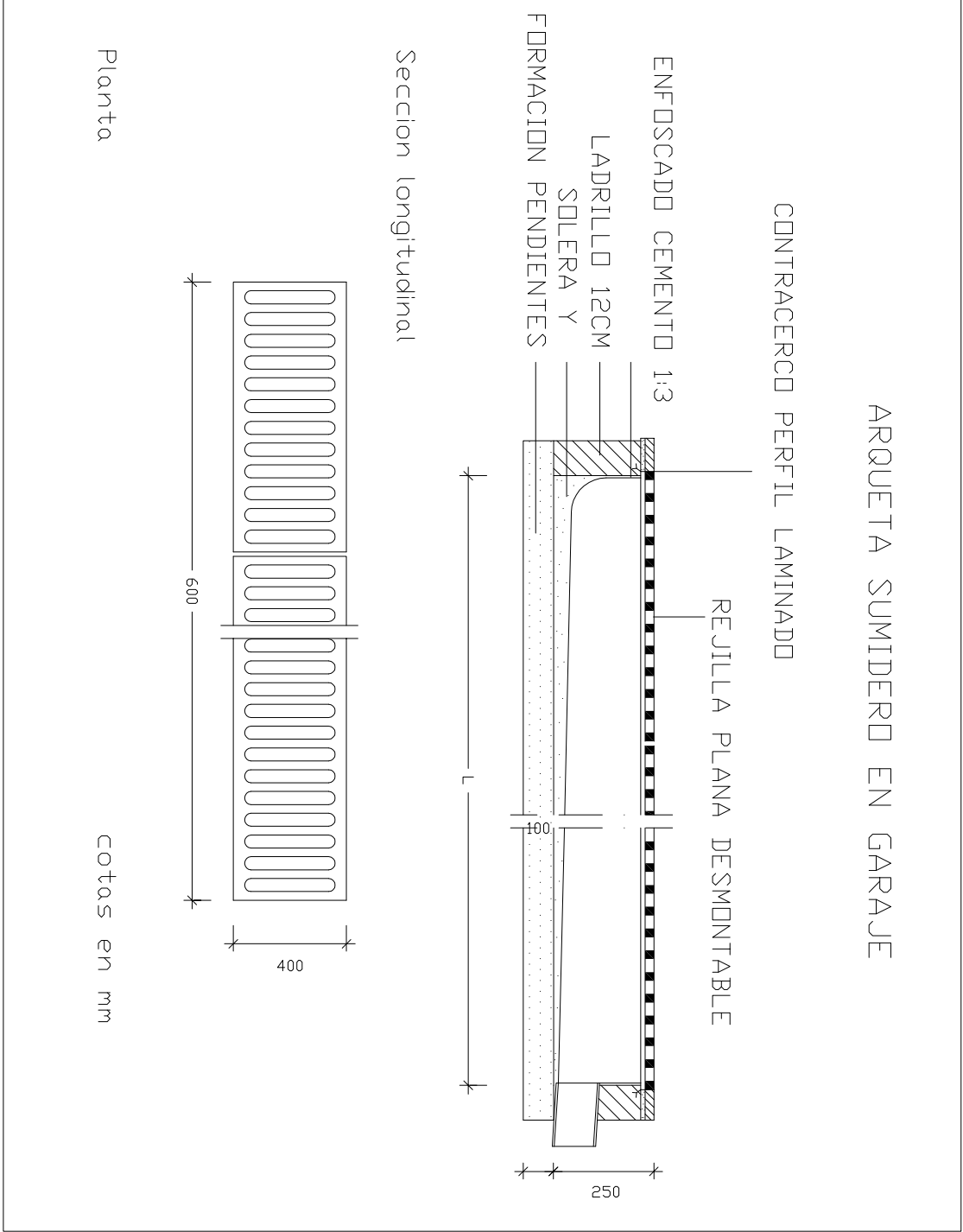
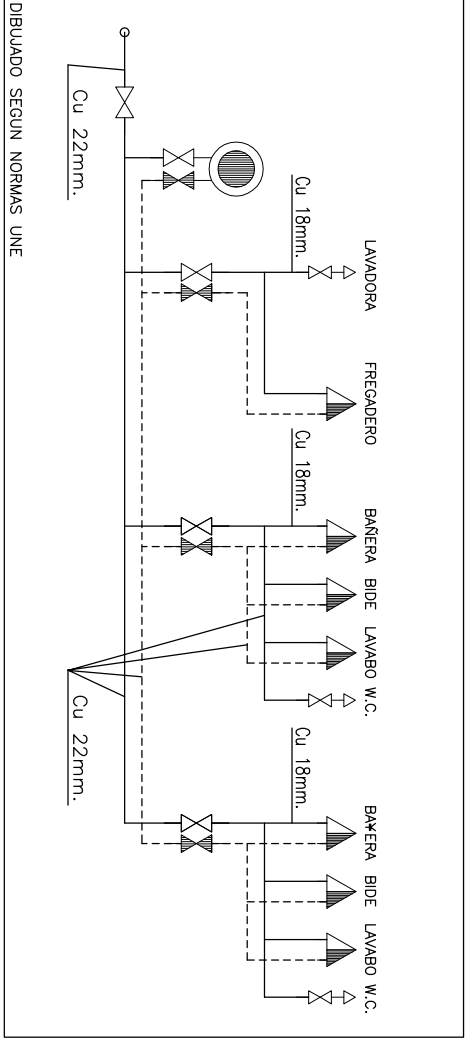
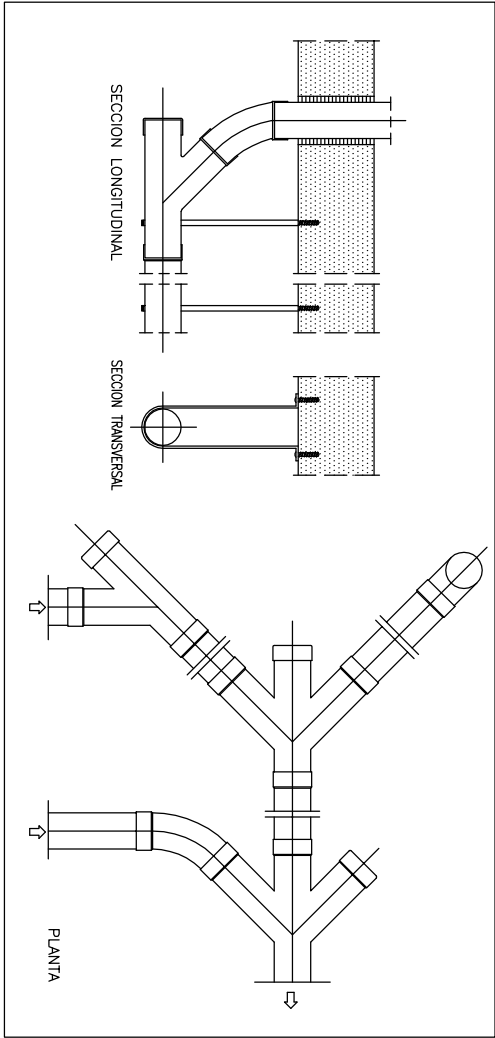
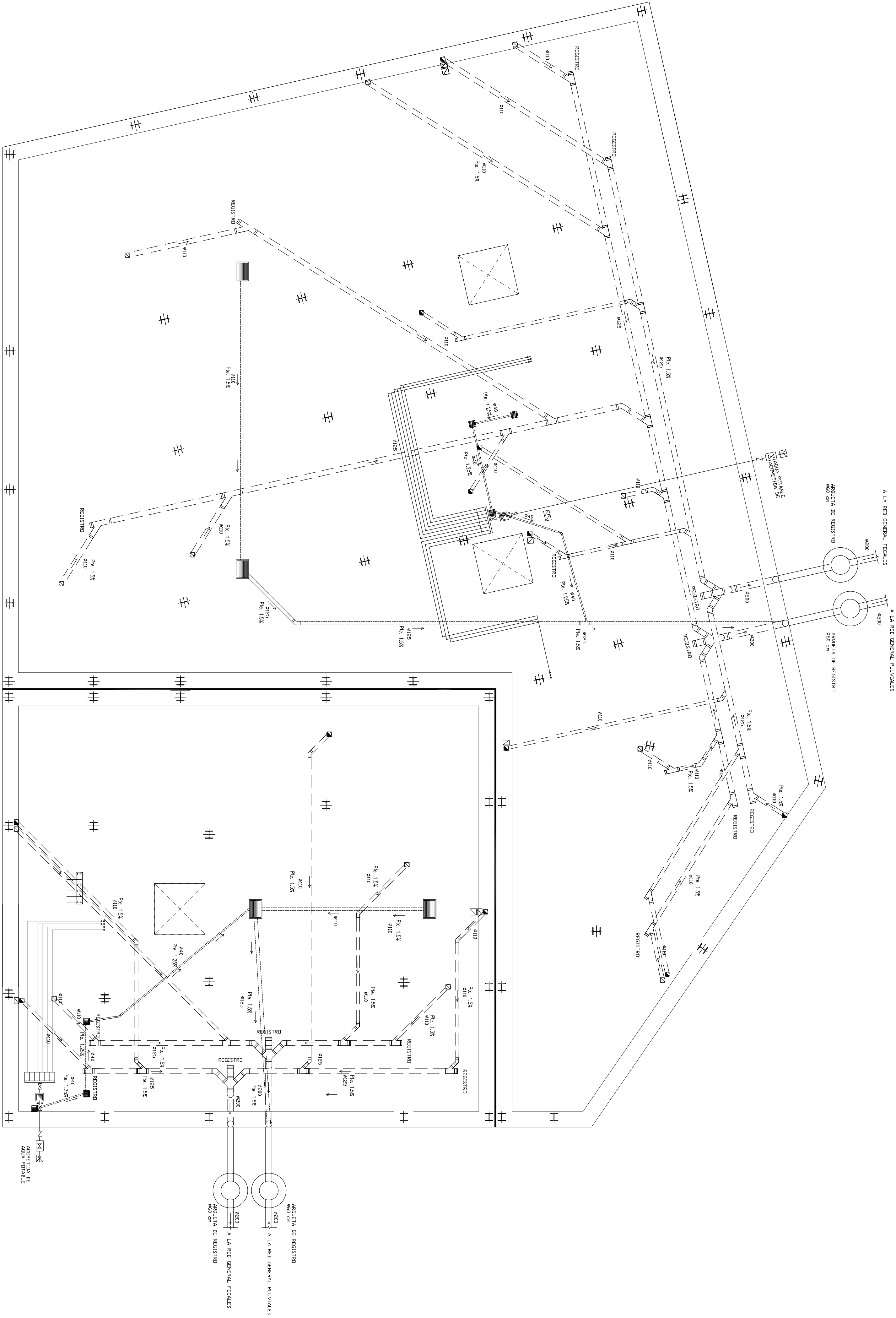
Nº PLANO	N15 - Instalación de saneamiento. Planta tipo
DESCRIPCIÓN	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante PVC
ESCALA	1 / 100



The diagram illustrates various drainage configurations for different fixtures. The top section shows a sink (FUE) with a drain (DESAGÜE) and a connection to a vertical pipe (CONEXIÓN DE INODORO). The middle section shows a toilet (INODORO) with a drain (DESAGÜE) and a connection to a vertical pipe (CONEXIÓN DE INODORO). The bottom section shows a shower (DUCHA) with a drain (DESAGÜE) and a connection to a vertical pipe (CONEXIÓN DE INODORO). The table below provides the required pipe diameters for each fixture type.

	LAVABO	BAÑERA	INODORO	BIDE	DUCHA	FREGADERO	LAVAVAJILLAS	LAVABOORA
DESAGÜES	Ø 40	Ø 50	Ø 110	Ø 40	Ø 40	Ø 75	Ø 75	Ø 75

Nº PLANO	N16 - Instalación de saneamiento. Planta cubierta
DESCRIPCIÓN	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPLEADO	Instalación mediante PVC
ESCALA	1 / 100



Nº DE PLANO	N17 - Instalación de fontanería y saneamiento. Planta baja
DESCRIPCION	Edificio 15 viviendas unifamiliares, garajes y locales comerciales
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con cobre y PVC
ESCALA	1 / 75

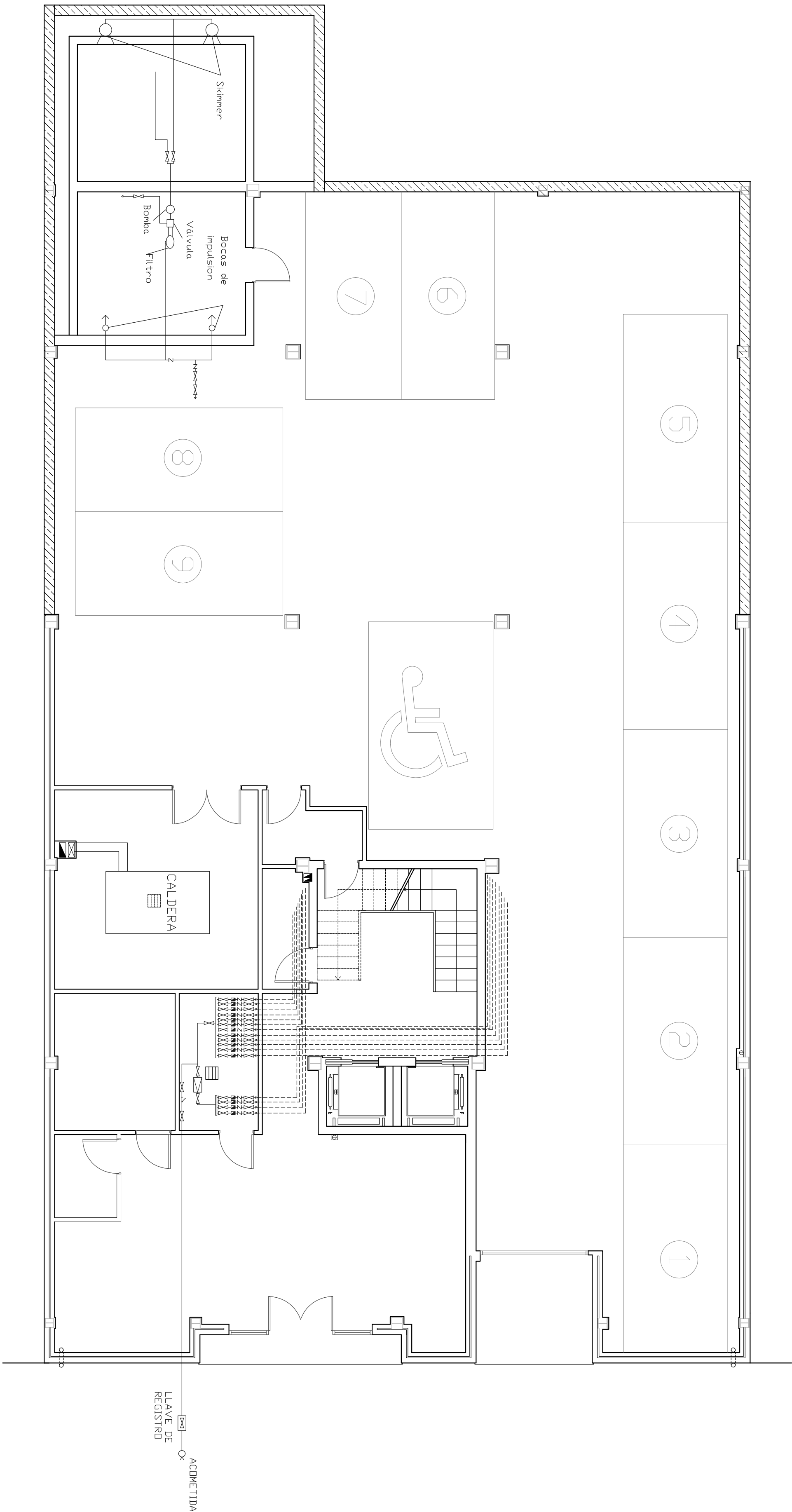








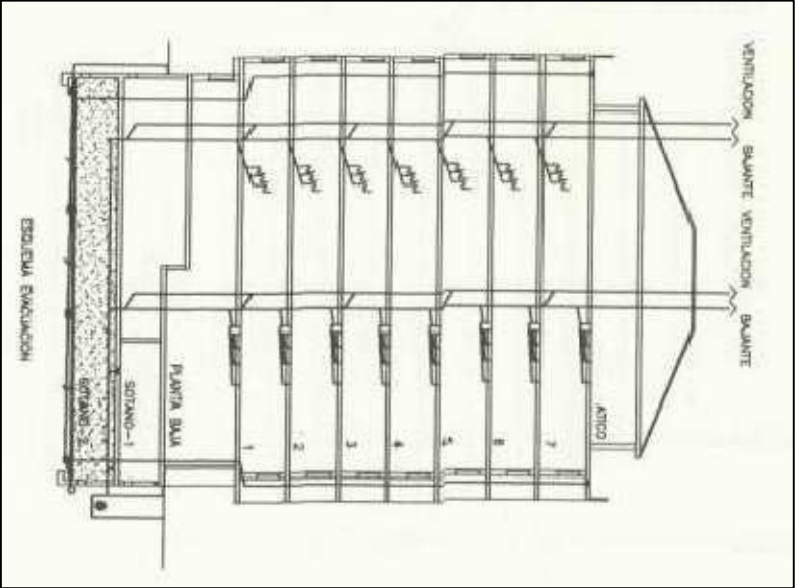




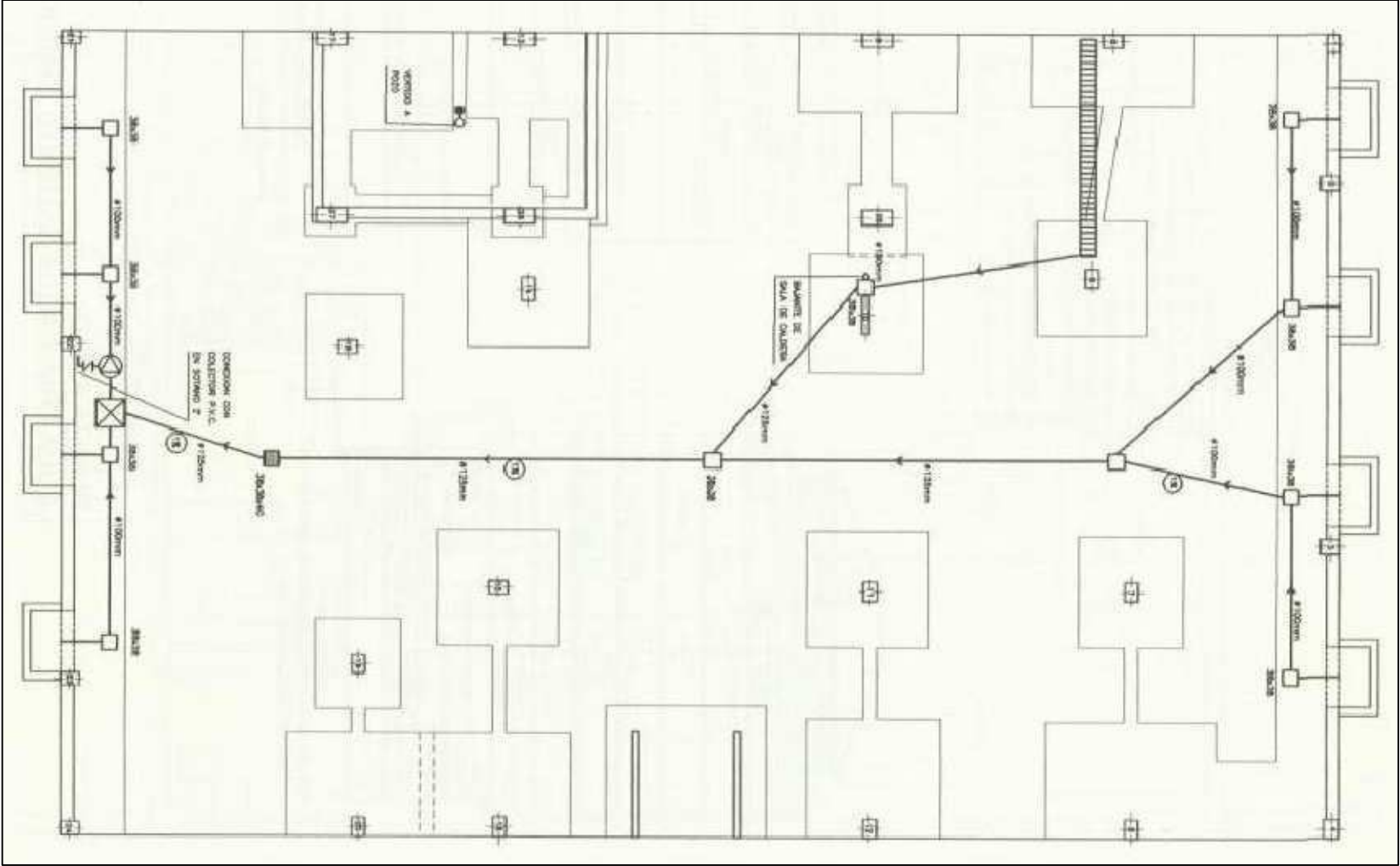
LEYENDA	
	LLAVE DE REGISTRO
	ACOMETIDA
	FILTRO
	VALVULA ANTIRETORNO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	GRIFO
	VALVULA REDUCTORA
	CHIMENEA CALDERA
	BOCAS DE IMPULSION PISCINA
	FILTRO PISCINA
	VALVULA PISCINA
	SKIMMER
	BOMBA PISCINA

Nº PLANO	N22 - Instalación de fontanería. Planta baja
DESCRIPCIÓN	Edificio plurifamiliar 12 viviendas, 2 oficinas y gimnasio
MATERIAL EMPÉADO	Instalación mediante acero
ESCALA	1 / 75

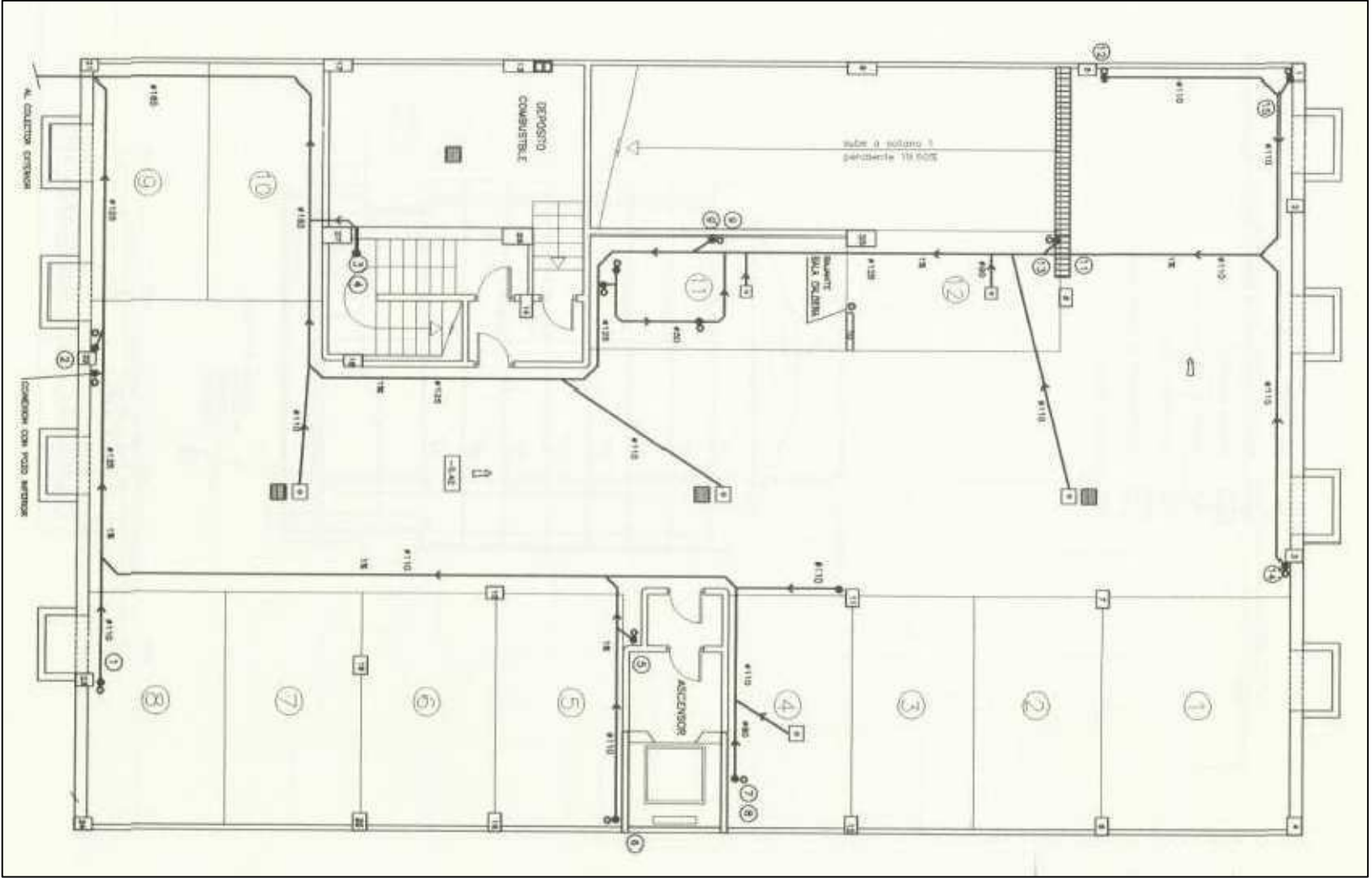




SECCIÓN TRANSVERSAL



PLANTA CIMENTACIÓN

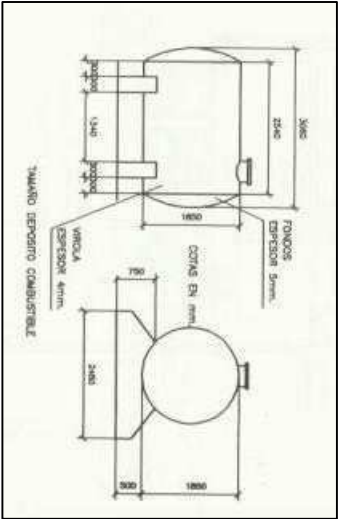


PLANTA SÓTANO

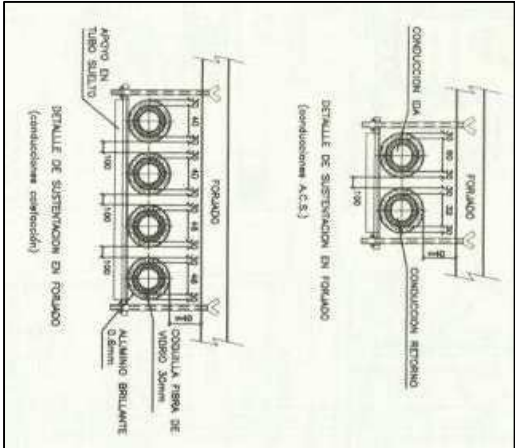


Nº DE PLANO	N23 - Instalación de saneamiento. Grupo de bombeo
DESCRIPCION	Edificio viviendas
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con PVC
ESCALA	Sin escala

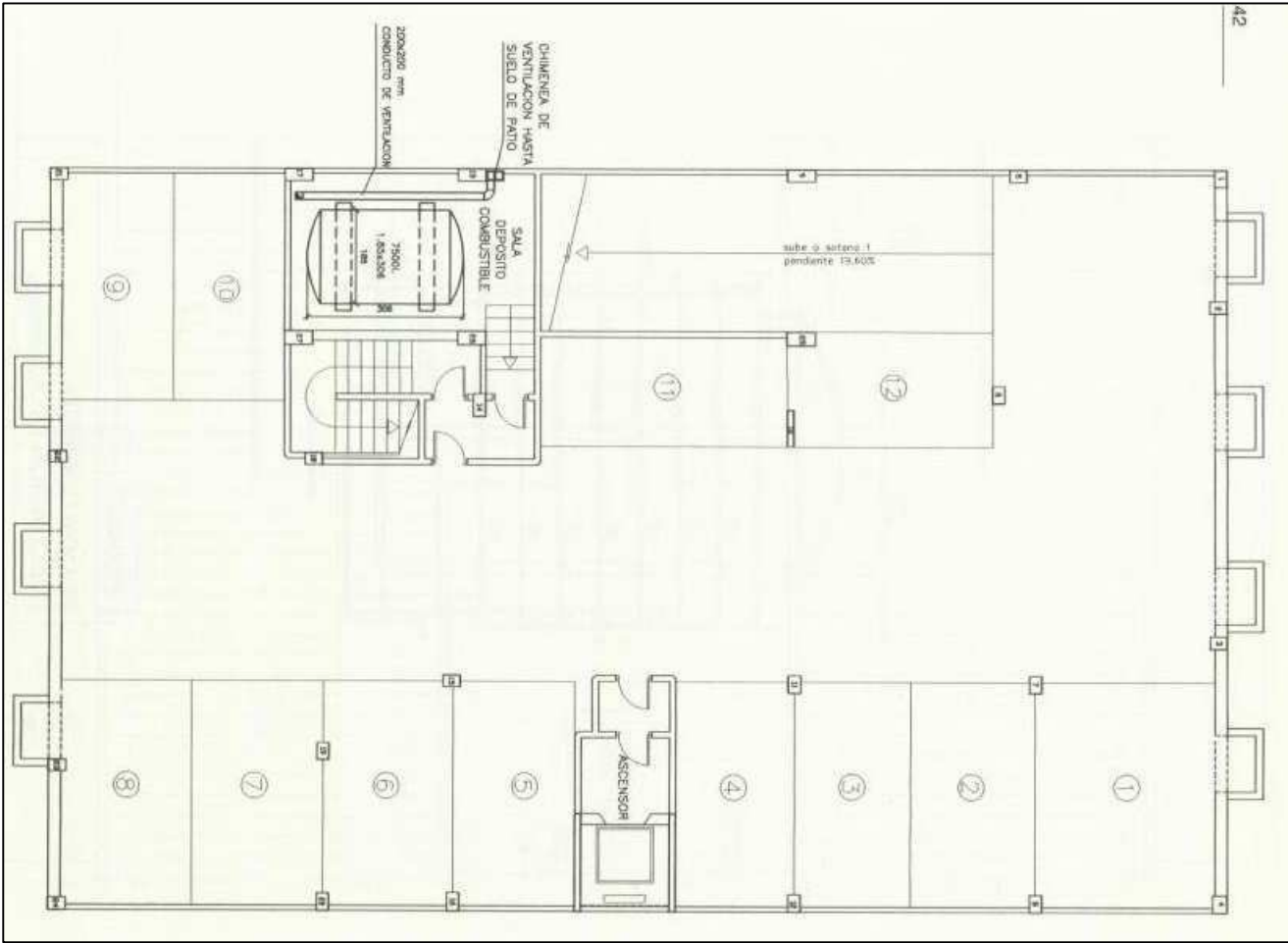




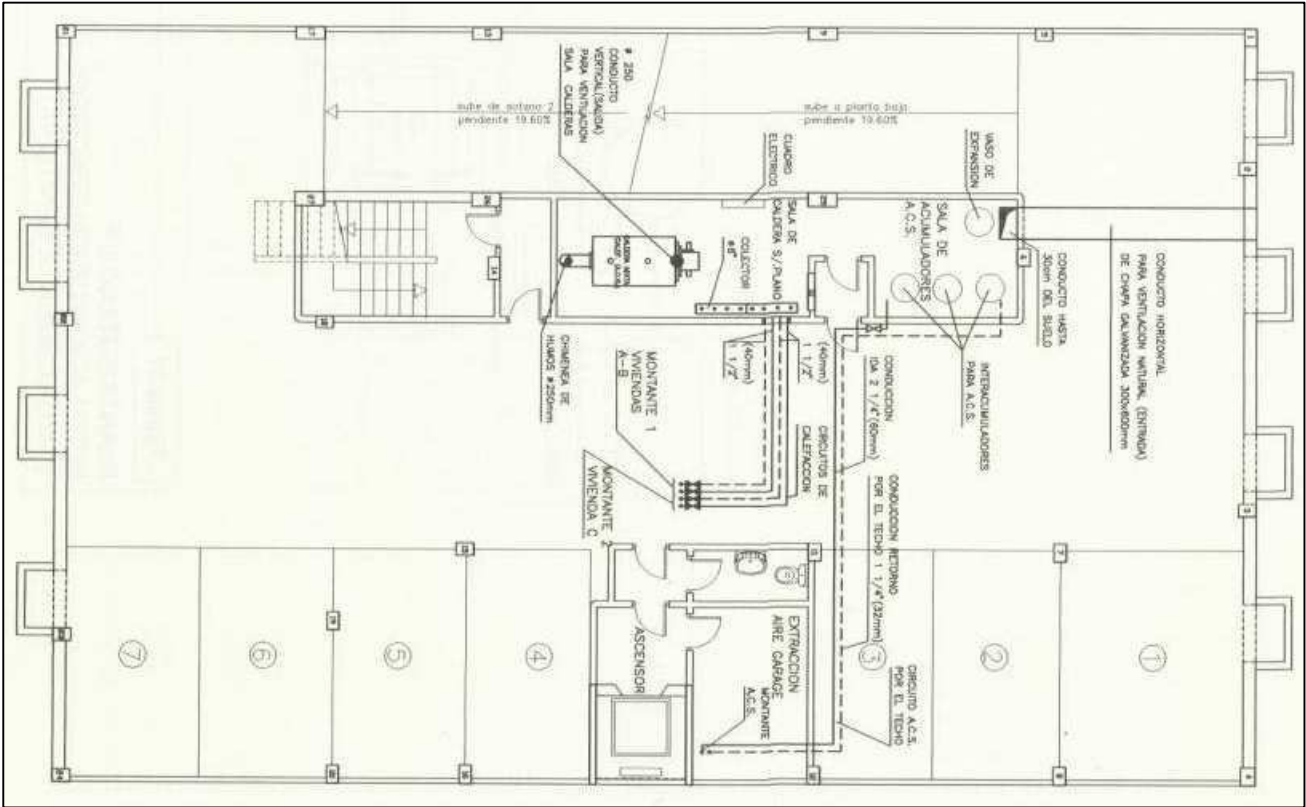
DETALLE DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE



DETALLE SUSTENTACIÓN EN FORJADO



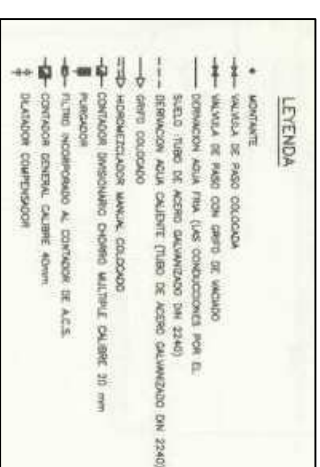
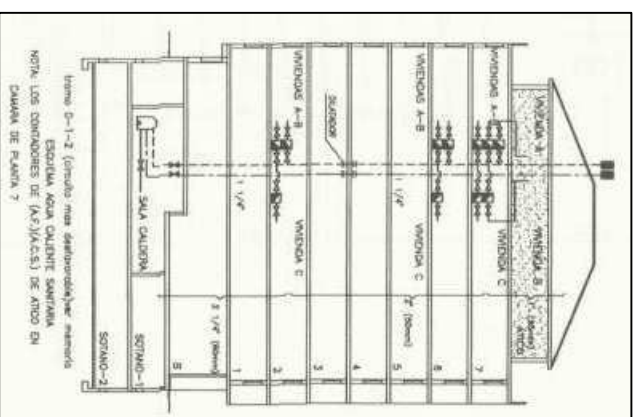
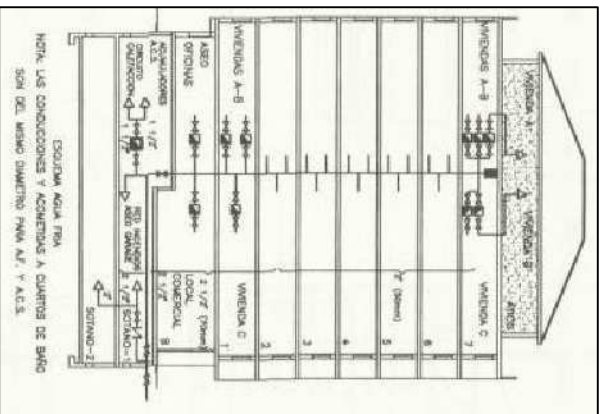
PLANTA SÓTANO 1º



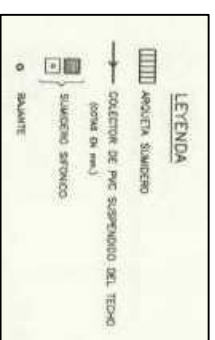
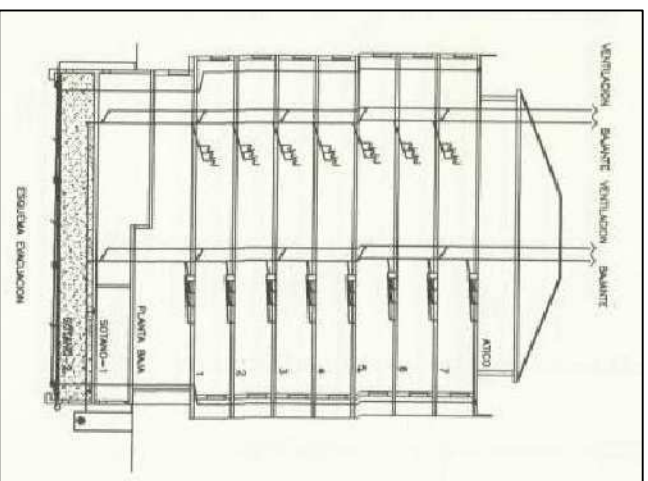
PLANTA SÓTANO 2º



Nº DE PLANO	N24 - Instalación de ACS. sala de calderas
DESCRIPCION	Edificio viviendas
MATERIAL EMPLEADO	Instalación con cobre
ESCALA	Sin escala

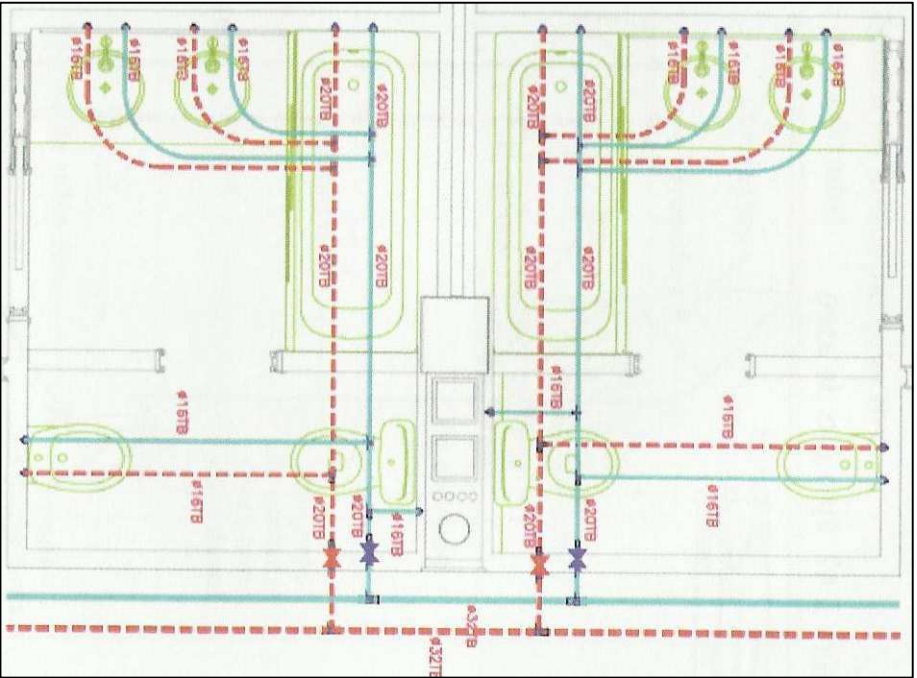


## DETALLE DE MONTANTES

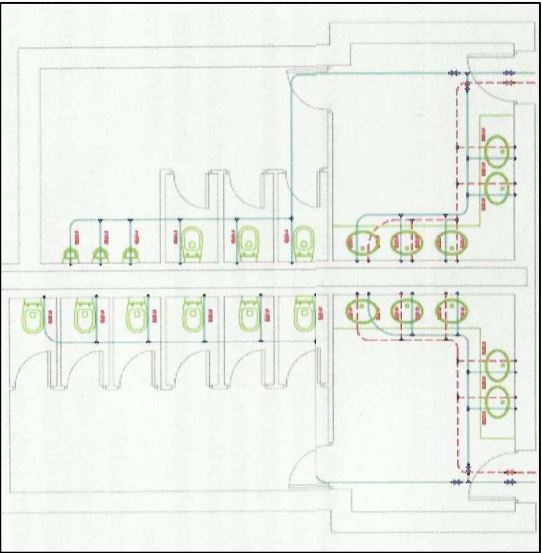


# SISTEMA DE VENTILACIÓN

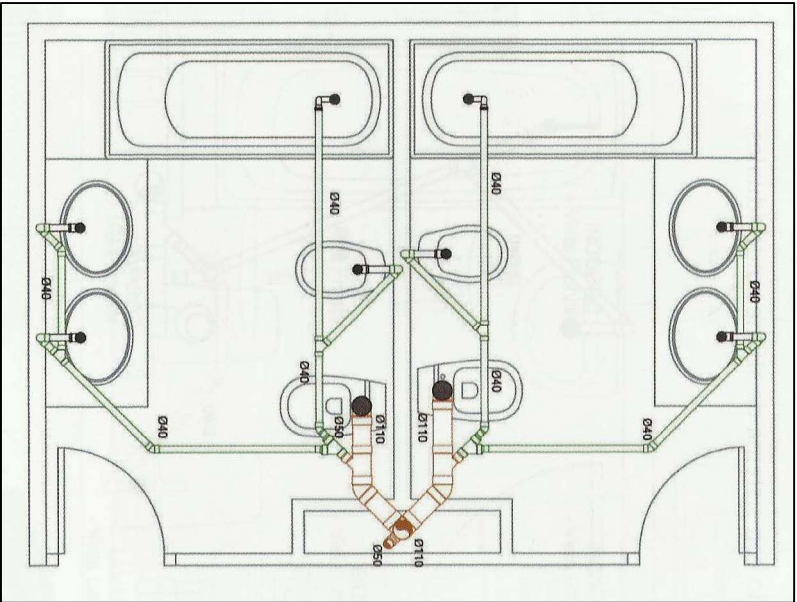
Nº DE PLANO	N25
DESCRIPCIÓN	Edificio viviendas
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	sin escala



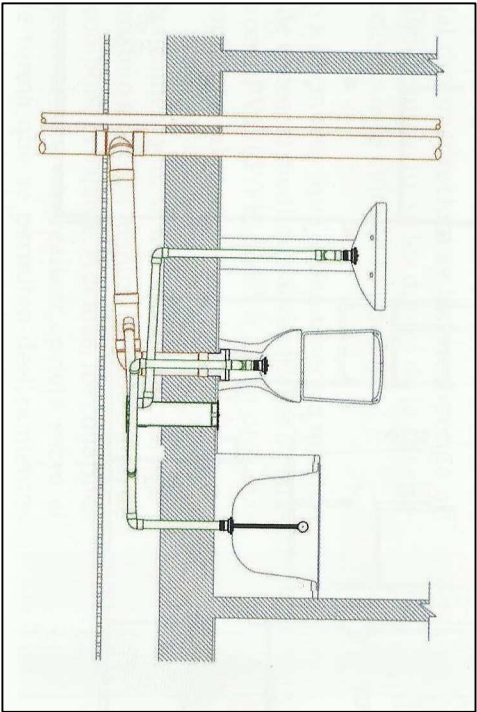
INSTALACIÓN ABASTECIMIENTO BAÑO HOTEL



INSTALACIÓN ABASTECIMIENTO ASEO PÚBLICO



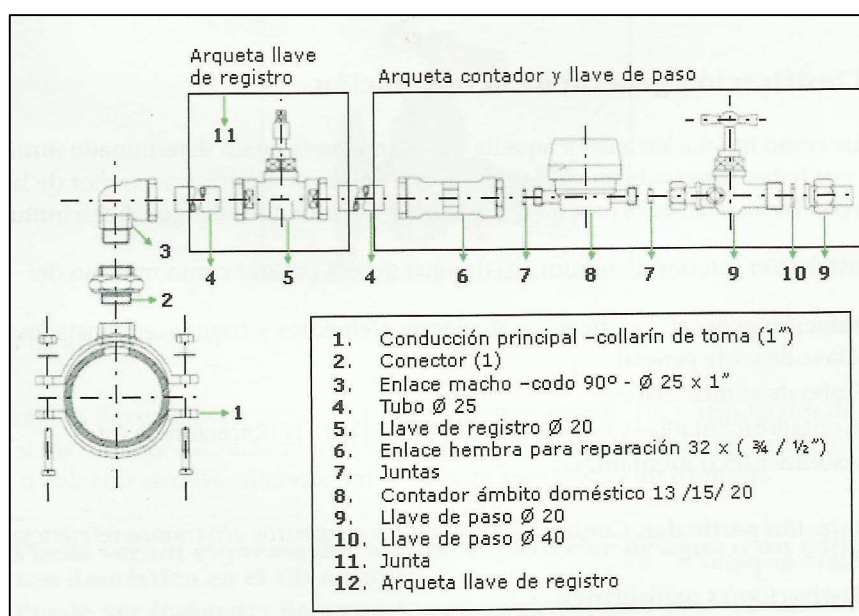
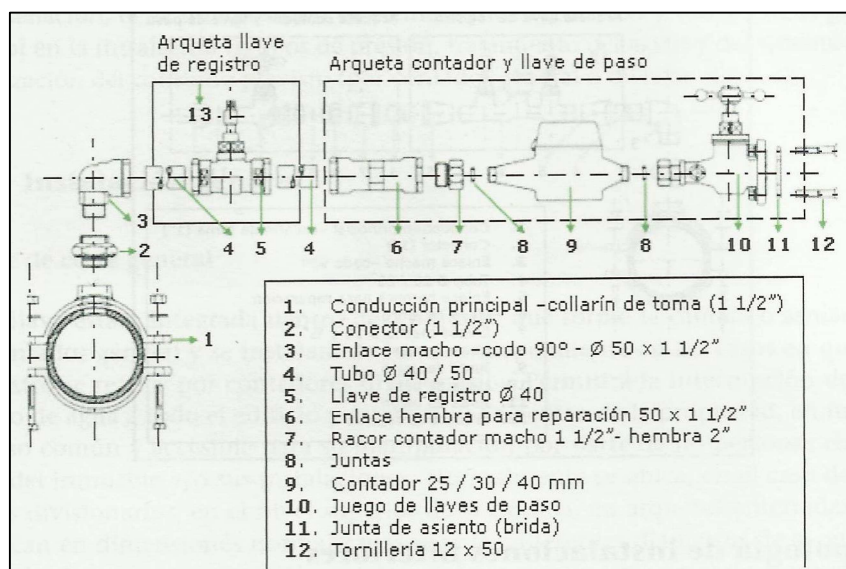
INSTALACIÓN SANEAMIENTO BAÑO HOTEL



SECCIÓN EN BAÑO

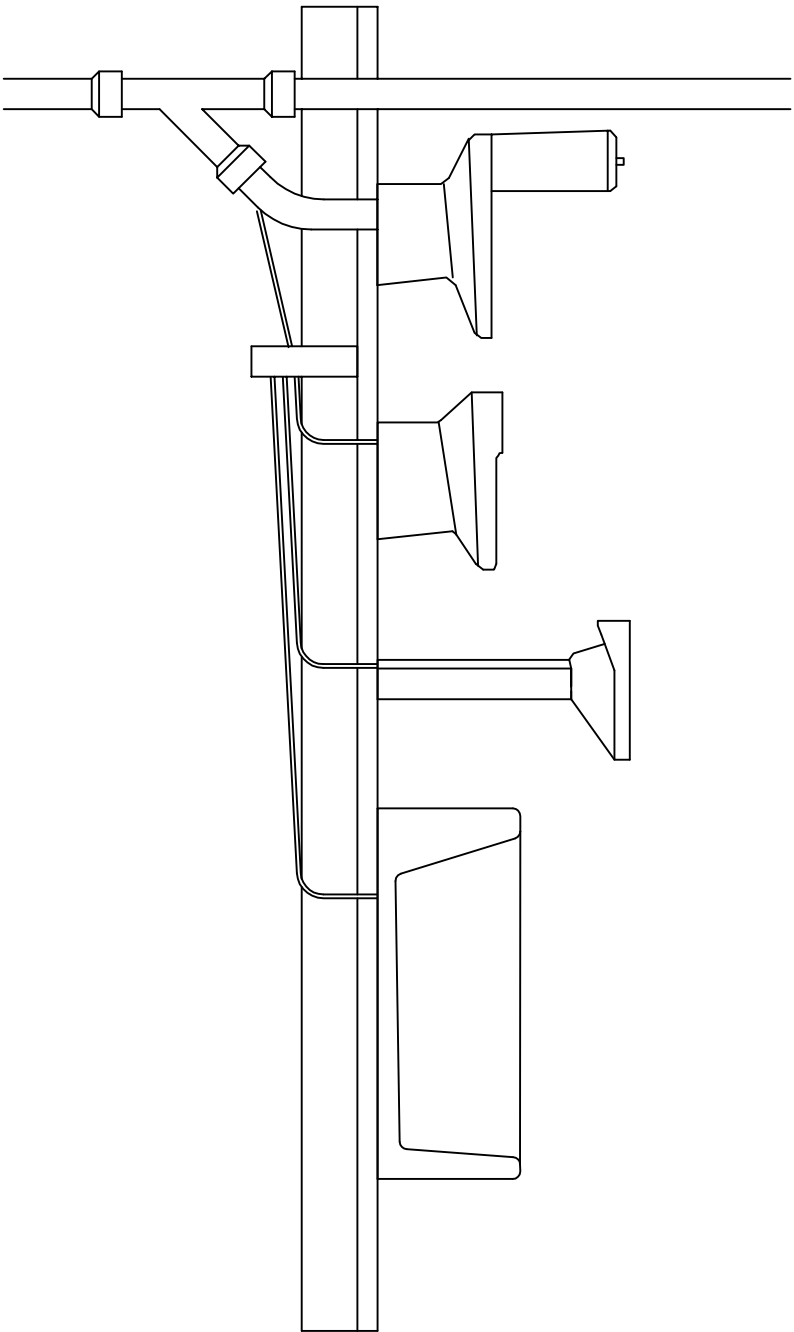
Nº DE PLANO	N26 - Ejemplos varios
DESCRIPCIÓN	
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	Sin escala



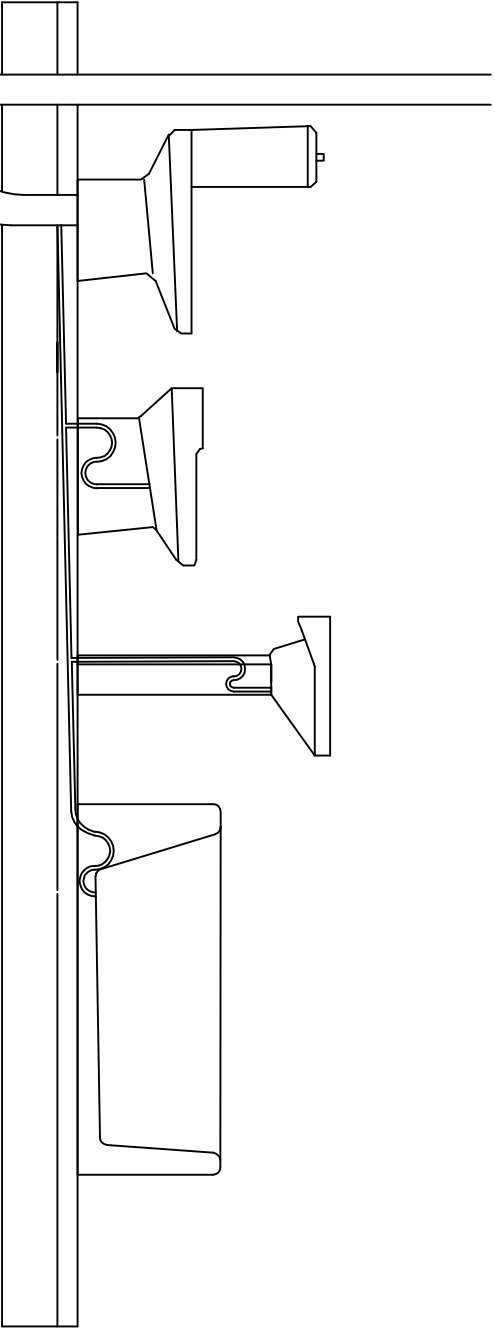


## DIFERENTES TIPOS DE ACOMETIDAS

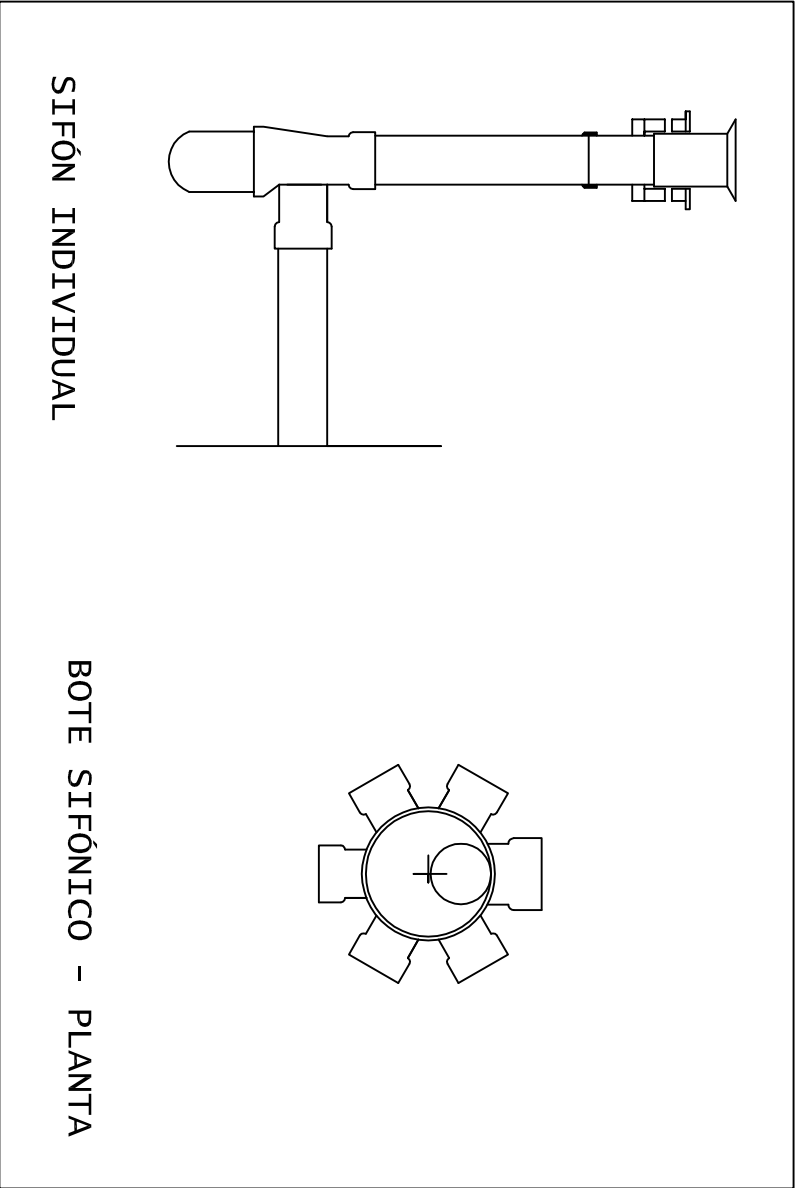
Nº DE PLANO	N27 - DIFERENTES TIPOS DE ACOMETIDAS
DESCRIPCIÓN	
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	sin escala



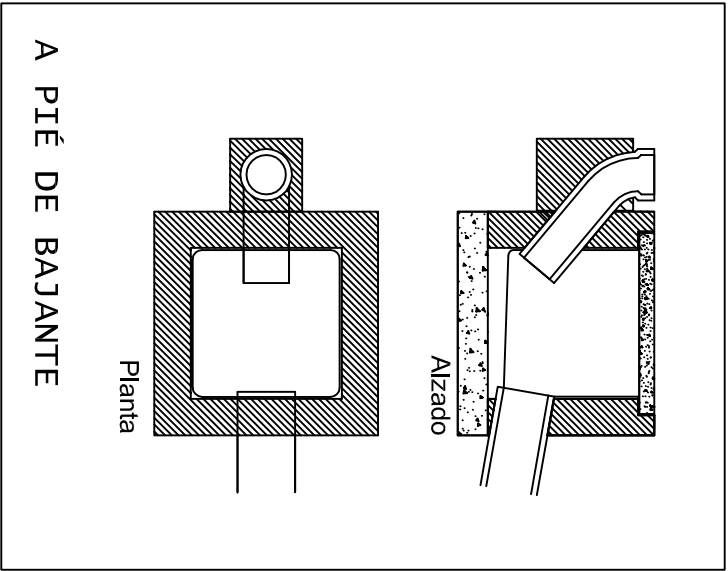
SECCIÓN DE BAÑO CON BOTE SIFÓNICO



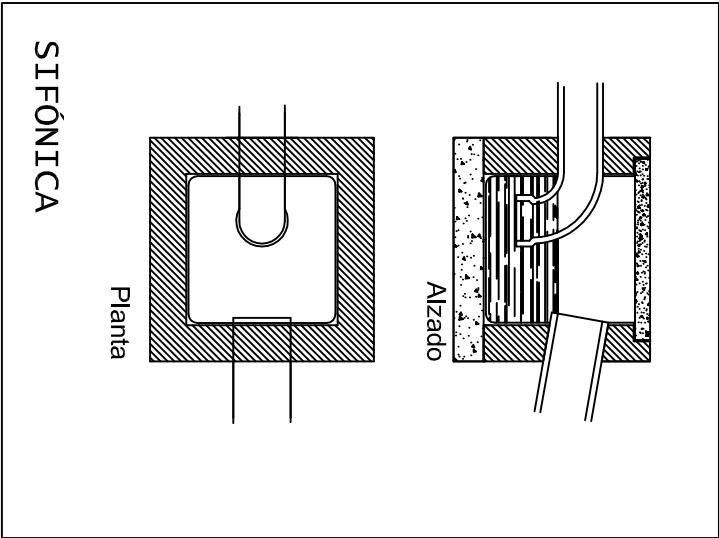
SECCIÓN DE BAÑO CON SIFONES INDIVIDUALES



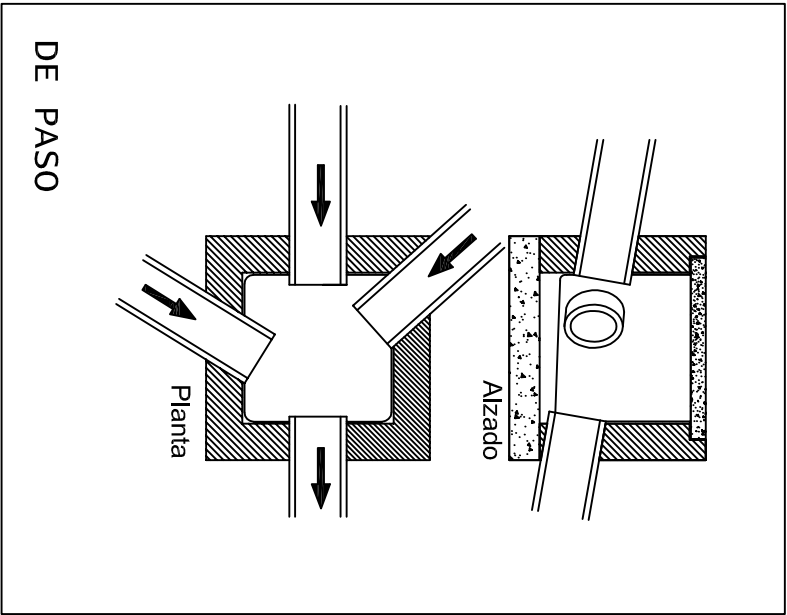
Nº DE PLANO	N28 - SIFÓN INDIVIDUAL Y BOTE SIFÓNICO
DESCRIPCIÓN	
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	Sin escala



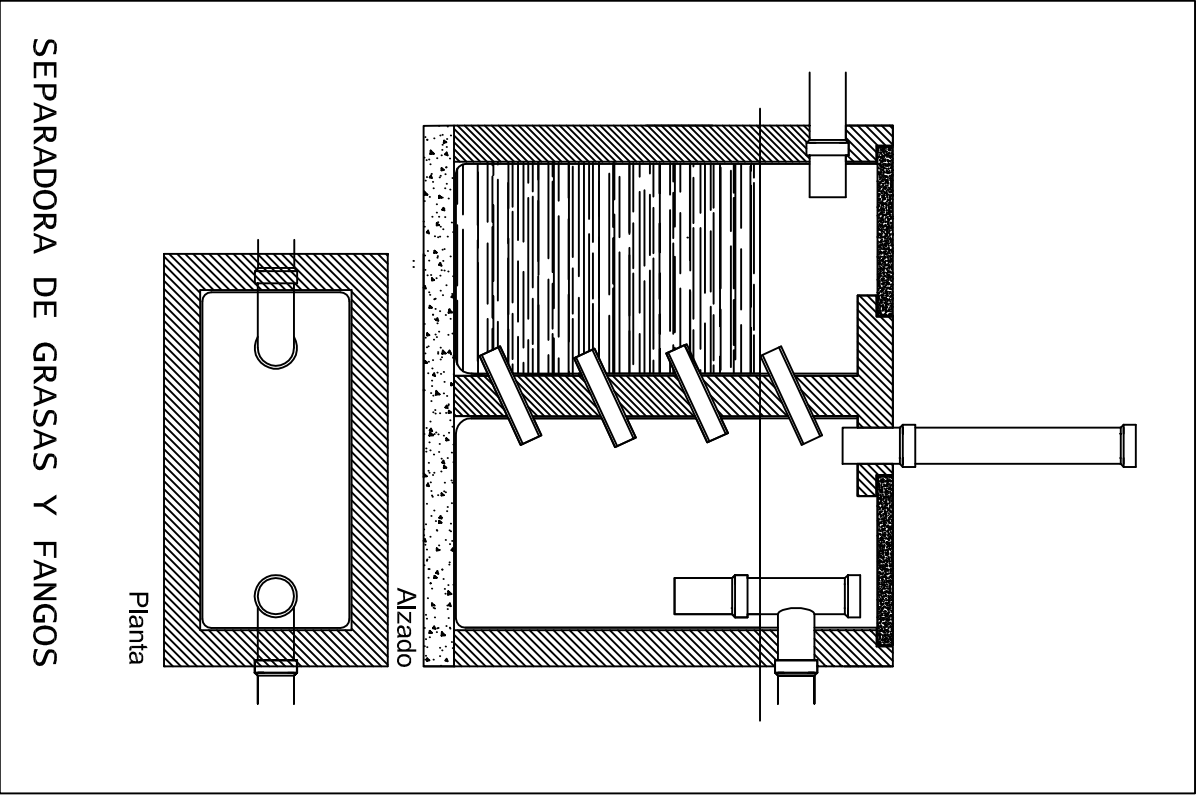
A PIÉ DE BAJANTE



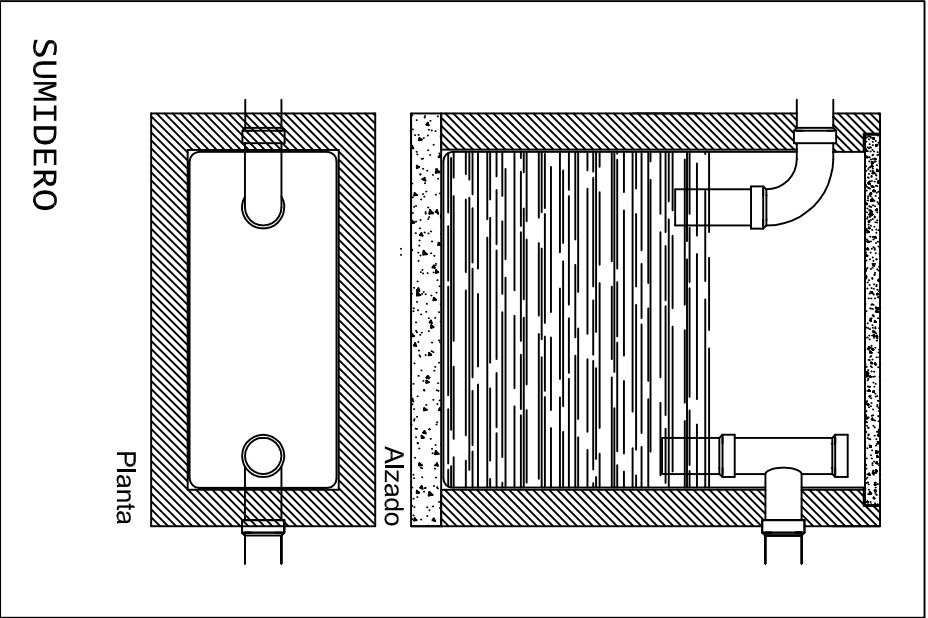
SIFÓNICA



DE PASO



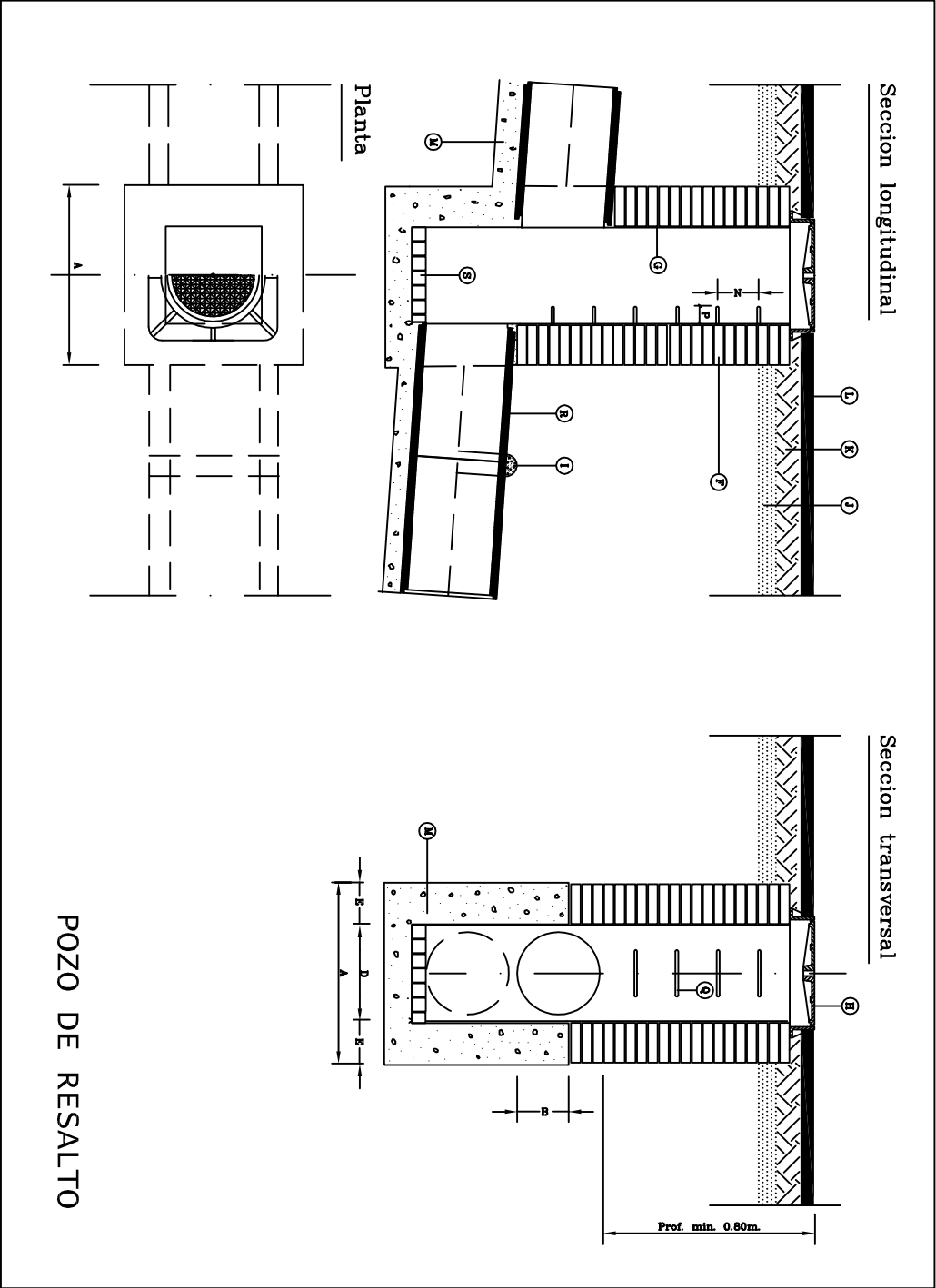
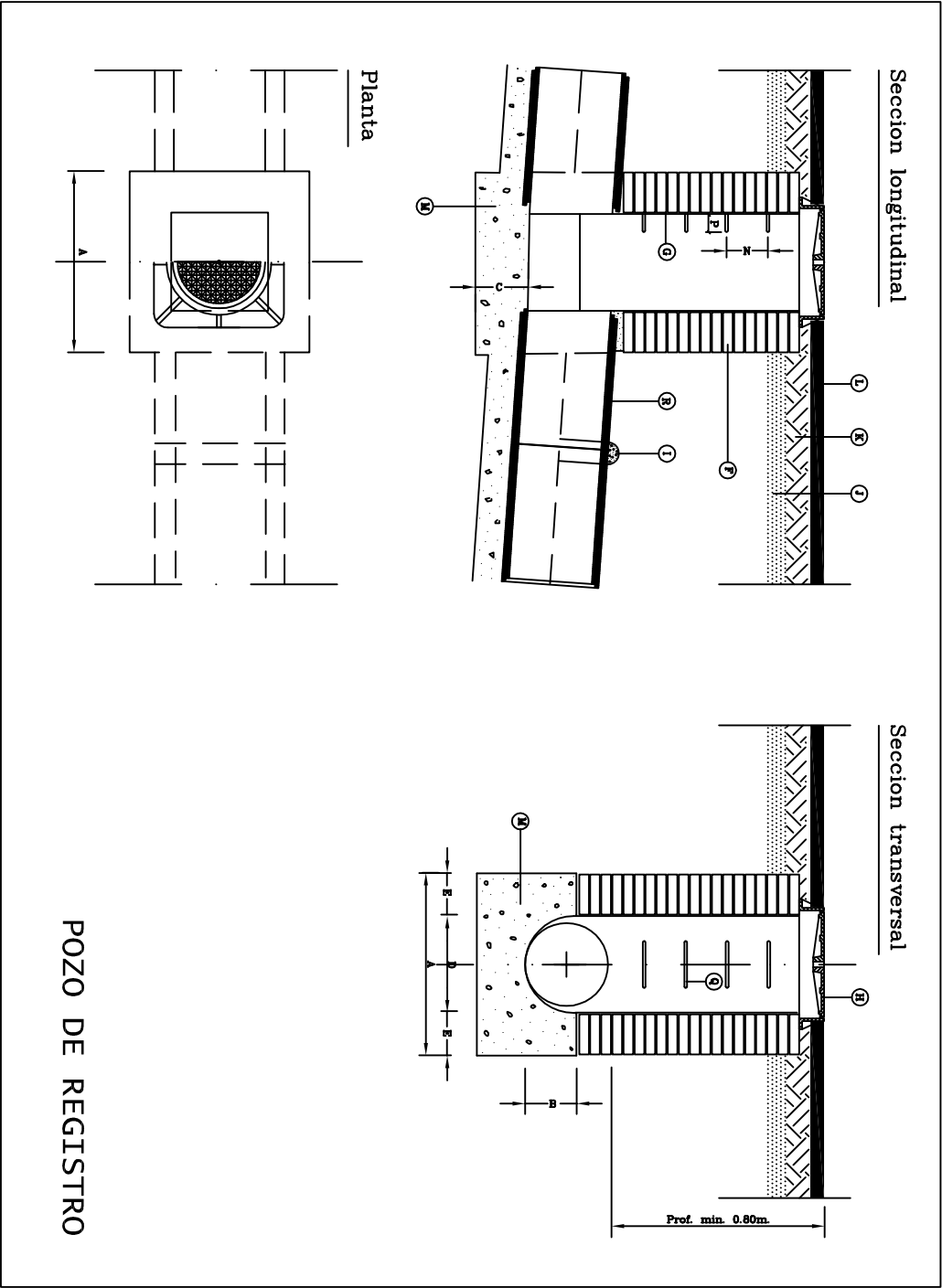
SEPARADORA DE GRASAS Y FANGOS



SUMIDERO

Nº DE PLANO	N29 - DIFERENTES TIPOS DE ARQUETAS
DESCRIPCIÓN	Edificio viviendas
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	Sin escala





LEYENDA	
A....	130x130cm.
B....	1/2ø
C....	BASE DE HORMIGON 30cm.
D....	70x70cm.
E....	GRUESO PARED 15cm. o 30cm.
F....	PARED DE FABRICA DE LADRILLO
G....	MACIZO TRES AGUJEROS
H....	REVOCADO Y ENLUCIDO INTERIOR
I....	TAPA Y MARCO DE FUNDICION
J....	ANILADO DE HORMIGON
K....	SUB.BASE GRANULAR
L....	ZAHORRAS ARTIFICIALES
M....	AGLOMERADO ASFALTICO
N....	HORMIGON H-200
O....	30cm.
P....	12cm.
Q....	PATE GALVANIZADO
R....	TUBO DE HORMIGON CENTRIFUGADO
S....	ADOQUINES

Nº DE PLANO	N30 - POZO DE REGISTRO Y RESALTO
DESCRIPCION	
MATERIAL EMPLEADO	
ESCALA	Sin escala